

Možnosti snímání hudby a atmosféry pro potřeby dlouhometrážních hraných filmů, ve vícekanálových formátech.

BcA. Pavel Hruša

Diplomová práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ústav animace a audiovize
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **BcA. Pavel HRUDA**
Osobní číslo: **K09500**
Studijní program: **N 8209 Teorie a praxe audiovizuální tvorby**
Studijní obor: **Střih a zvuk**

Téma práce: **1. Teoretická část:**
Možnosti snímání hudby a atmosféry pro potřeby
dlohometrážních hraných filmů ve vícekanálových
formátech

2. Praktická část:
Hraný film, délka minimálně 20 min., zvuk

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická část:

Rozsah práce: minimálně 30 normostran textu bez započítání obsahu, rejstříku a obrazových příloh.

Formální podoba 1 ks v pevné vazbě s popisem na hřbetu i horní desce spolu s CD-ROM. Dále 2 ks práce, které mohou být v kroužkové vazbě. Práci je třeba rovněž odeslat do knihovny UTB Zlín ve elektronické podobě ve formátu pdf.

Pokyny k vypracování: prostudujte a analyzujte dostupné materiály z profesního hlediska a formulujte závěry a získané vědomosti.

2. Praktická část:

Audiovizuální výstup předložte na 3 ks DVD ve formátu DVD-video a 1 ks MiniDV (nosiče řádně popište).

Součástí celé práce budou vyplněné a předané formuláře pro OSA, NFA, Prohlášení autora diplomové práce a podklady pro katalog FMK UTB ve Zlíně.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/umělecké dílo**

Seznam odborné literatury:

1. **Sound for Film and Television – Tomlinson Holman**
2. **Surround Sound – Tomlinson Holman**
3. **The Sound studio, Audio techniques for radio, television, film and recording – Alec Nisbett**
4. **Multichannel Natural Music Recording Based on Psychoacoustic Principles – Günther Theile**
5. **Perceptual differences between wavefield synthesis and stereophony – Helmut Wittek**
6. **Filmová hudba od nápadu po soundtrack – Ján Grečnár**
7. **Hudební akustika – Václav Syrový**
8. **Hudební zvuk (příspěvek k teorii zvukové tvorby) – Václav Syrový**
9. **Modern Recording Techniques – David Miles Huber, Robert E. Runstein**

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Ján Grečnár, ArtD.**

Ústav animace a audiovize

Datum zadání diplomové práce: **31. ledna 2011**

Termín odevzdání diplomové práce: **16. května 2011**

Ve Zlíně dne 31. ledna 2011

doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.
děkanka



Ing. Eva Šviráková, Ph.D.
ředitelka ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 14.1.2011

PAVEL HRUŠA; 
Jméno, příjmení, podpis

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlédnutí veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá základními vícekanálovými metody pro snímání hudby a atmosféry. Teoretická část se převážně zaměřuje na využívání prostorových mikrofonů pro vícekanálové aplikace a následnému zpracování signálových cest. Praktická část se věnuje zkušenostem, nabytých se zařízením SoundField MKV Microphone Systém.

Přílohou této práce je DVD s praktickými ukázkami.

Klíčová slova: Surround, Vícekanálové aplikace, Vícekanálové zpracování, Ambispheric B-Format

ABSTRACT

This thesis deals with basic multichannel methods for music and atmosphere pick-up. The theoretical part is mainly focused on the use of stereometric microphones for multichannel applications and signal paths processing. The practical part presents the experience with Soundfield MKV Microphone System.

The appendix of this thesis is a DVD with practical examples of work with MKV Microphone System.

Keywords: Surround, Multichannel application, Multichannel processing, Ambispheric B-Format

Děkuji Svému vedoucímu diplomové práce *doc. Ing. Jánů Grečnárovi, ArtD.* za věcné připomínky a cenné rady při zpracovávání této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně dne 10.5.2011

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
TEORETICKÁ ČÁST	11
1 LIDSKÉ VNÍMÁNÍ VÍCEKANÁLOVÉHO ZOBRAZOVÁNÍ	
1.1 VNÍMÁNÍ ZVUKU V PROSTORU	12
1.2 VÍCEKANÁLOVÉ SYSTÉMY A SURROUND MONITORING.....	14
2 TECHNIKY VÍCEKANÁLOVÉHO ZÁZNAMU HUDBY A ATMOSFÉER	19
2.1 VYTVOŘENÍ PROSTOROVÉHO ZVUKOVÉHO OBRAZU POMOCÍ - VÍCEKANÁLOVÉ MIKROFONNÍ TECHNIKY	20
2.1.1 Double MS	20
2.1.2 OCT (Optimalizovaný trojúhelník kardioid)	26
2.1.3 OCT Surround	28
2.1.4 IRT-Cross (IRT-Kříž)	29
2.1.5 HAMASAKI-SQUARE (Hamasakiho čtverec).....	30
2.2 VYTVOŘENÍ PROSTOROVÉHO ZVUKOVÉHO OBRAZU POMOCÍ - VÍCEKANÁLOVÉHO MIKROFONU	33
2.2.1 SoundField Microphone System	33
2.2.2 KFM360 Surround	36
2.2.3 HOLOPHONE TM	39
2.2.4 DPA 5100 (5.1 Surround Microphone).....	41
2.2.4 Sunken WMS5 (Double MS, jako vícekanálový mikrofon).....	42
2.3 VYTVOŘENÍ PROSTOROVÉHO ZVUKOVÉHO OBRAZU POMOCÍ - POSTPRODUKČNÍHO ZPRACOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH STEREOFONNÍCH TECHNIK	44
PRAKTICÁ ČÁST	47
3 ZÁZNAM A POSTPRODUKČNÍ PRÁCE SE SYSTEMEM SOUNDFIELD MKV MICROPHONE SYSTEM	48
3.1 MOŽNOSTI ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLOVÝCH CEST PŘI SAMOTNÉM ZÁZNAMU	49
3.2 MOŽNOSTI ZPRACOVÁNÍ SIGNÁLOVÝCH CEST PRO VYUŽITÍ VE VÍCEKANÁLOVÝCH SYSTÉMECH.....	52
3.2.1 Zpracování pomocí procesoru Soundfield SP-451	52
3.2.2 Zpracování pomocí postprodukčního softwaru SurroundZone	53
3.2.2.1 Routing (směrování) a nastavení DAW	54
3.2.2.2 Možnosti nastavení softwaru SurroundZone	56
3.3 SUBJEKTIVNÍ ZAVĚRY PŘI PRÁCI SE ZAŘÍZENÍM SOUNDFIELD MKV MICROPHONE SYSTÉM A SOFTWAREM SOUNDFIELD SURROUNDZONE.....	60
3.3.1 Umístění a práce se zařízením SoundField MKV.....	60
3.3.2 Práce se softwarem SurroundZone	62
ZÁVĚR	64
OBSAH DVD	65

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	66
INTERNETOVÉ ZDROJE.....	68
SEZNAM OBRÁZKŮ	70
SEZNAM TABULEK.....	72

ÚVOD

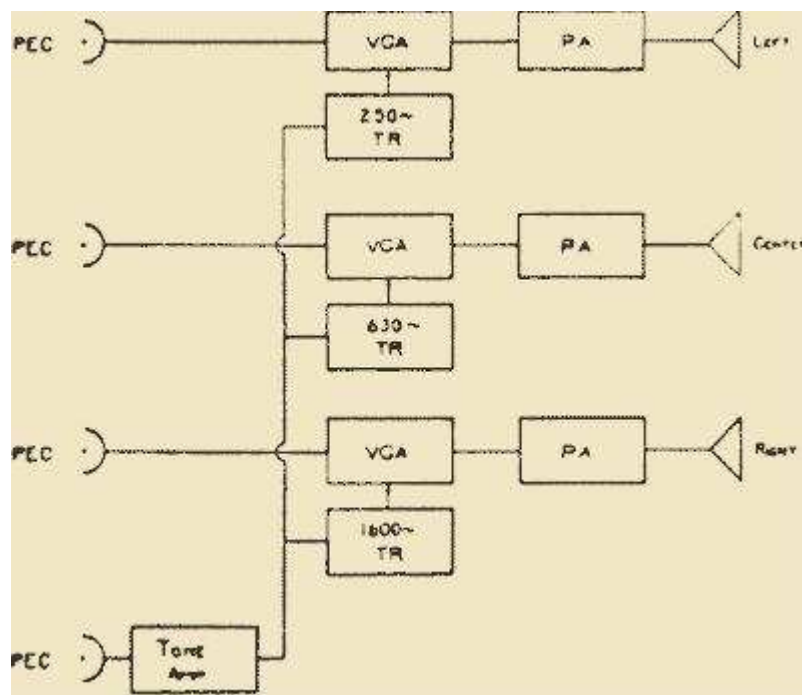
Dojem obklopení zvukem (*surround*) fascinoval lidstvo už v dobách „temného středověku“, kdy se někteří hudební skladatelé pokoušeli o úpravy v rozmístění a obsazení klasických hudebních těles tak, aby dosáhli u posluchače co možná největšího pocitu obklopení sborem, či hudebníky. Tyto postupy (*ovlivněné fonetikou a polyfonií*) dokázaly církevní architekturu ovlivnit natolik, že v pozdějších letech docházelo například k rozšiřování kostelních orgánů (*Freiburg Cathedral – čtyři orgány po celé šířce a výšce prostoru*) či záměrným přestavbám kostelního kůru nad hlavy věřících (*hudba jako prostředník mezi vesmírem a lidmi*). Mezi nejvýznamnější díla této doby můžeme zařadit Berliozovu *Symfoni Fantastique* (*žesťové nástroje v zadu za publikem*) a *Grande Messe des Morts Op.5 (Requiem)*, kde v části „*Tuba mirum*“ používá autor čtyři žesťové orchestry hrající ze všech čtyř světových stran.

Obrovský rozvoj technického odvětví v 19. a 20. století zapříčinil, že se vjem prostorového obklopení zvukem (*surround*) stal nedílnou součástí dnešní multimediální kultury - zejména v oblasti filmového průmyslu. Historie vícekanálových systémů sahá přibližně do roku 1930, kdy Bellovy tel. Laboratoře poprvé použily tříkanálový systém L,C,R založený na speciálních vlastnostech zvukovodu a akustických vlastnostech kino sálu. Jako za revoluční krok je však považována spolupráce tvůrce Walta Disneye s dirigentem Leopoldem Stokowskim, kteří s pomocí techniků z bellových laboratoří vytvářejí v roce 1941 animovaný film *Fantasia*. V něm pomocí základního vícekanálového systému L,C,R (*Obrázek č.1*) a přidávanými zadními kanály L2, R2 (*na samostatném filmovém pásu*) „rozpohybují“ po sále letícího čmeláka. Vývoj technologického zpracování od těchto počátků ušel velký kus cesty, ale princip a výsledný efekt pohybujících se zvuků prostorem zůstává stále zachován. V praxi se tedy zvukové efekty jako průlety letadel, kulek či vrtulníku vytvářejí až při výsledné mixáži pomocí surroundového panorámování. Reálné atmosféry prostředí se pak zaznamenávají různými vícekanálovými mikrofonními technikami, kterým se budu v další části práce věnovat.

Filmová hudba si vyžaduje naprosto odlišný přístup nahrávání než hudba klasická. Zpravidla se u ní popírají veškeré zažité postupy, například dynamicky slabé hrající nástroje mohou přebírat hlavní melodie apod. V praxi se tedy využívají spíše spotové mikrofony rozděleny po konkrétních sekcích a nástrojích. Prostorový hudební obraz tedy vzniká až při výsledné mixáži. Vícekanálových metod záznamu hudby se tedy pro filmové účely využívá spíše jako doplňkově techniky pro ucelení akustického prostoru. Naopak v hudebním

audio průmyslu tyto techniky v posledních letech zažívají obrovský rozmach a to nejen u koncertů klasické hudby, ale i živých záznamů populární hudby (např. *Holophone*[®] – *Bob Marley, Dave Matthews Band*).

Součástí této práce je přiložené datové DVD hudebních ukázek pořízených systémem SoundField MKV. Ukázky jsou zaznamenány ve „filmovém“ formátu L,C,R,Ls,Rs,LFE, v bitové hloubce 24bitu při samplovací frekvenci 48kHz.



Obrázek č. 1: Princip snímání a reprodukce LCR u technologie „Fantasia“ : Čtyři fotonky skenují programovou stopu a kontrolní pilotní stopu. S každým VGA (Variable Gain Amplifier) je spojený tónový detektor, který řídí a vybírá jeden ze 3pilotních tónů na kontrolní dráze (tzv. Togad). Výsledný zvuk jednotlivých reproduktorů se tak mění s proměnou amplitudou kontrolního tónu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LIDSKÉ VNÍMÁNÍ VÍCEKANÁLOVÉHO ZOBRAZOVÁNÍ (VÍCEKANÁLOVÝCH FORMÁTŮ)

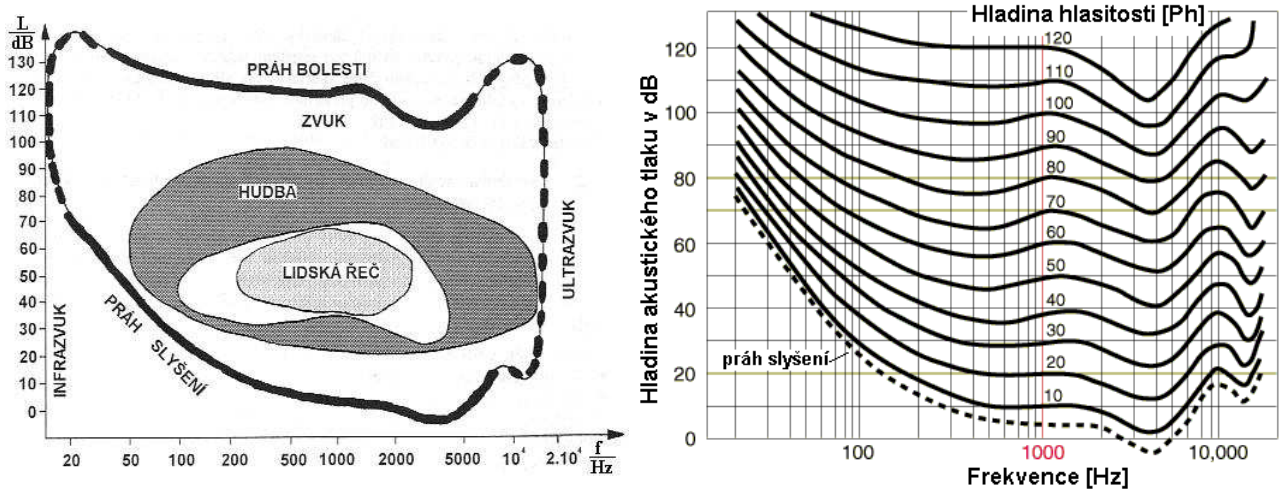
1.1 Vnímání zvuku v prostoru

Lidský sluchový orgán, je schopný nejčastěji zpracovat informace v rozmezí 16Hz - 16kHz, 20Hz – 20kHz popřípadě 16 Hz – 20kHz. Jako za jednu z nejdůležitějších funkcí sluchového orgánu je poté považováno „*neuronální*“ zpracování v mozku, které nám zapříčiní zdvojené vnímání zvuku (*tzv. binaurální*). To nám umožňuje nejen prostorové vnímání, ale i odlišit (*extrahovat*) užitečné signály ze šumu a dozvuku. Následná lidská reakce (*tedy informační zpracování obsahu*) záleží hned na několika faktorech:

- zvuková paměť posluchače (jeho zkušenosti v různých prostředích)
- asociační schopnost posluchače (spojování si Nám známého do kontextů)
- představivost posluchače
- psychologický stav posluchače
- fyziologický stav sluchového orgánu (prahové křivky slyšitelnosti)

Binaurální slyšení - je tedy založeno na schopnosti lidského mozku a sluchového ústrojí vyhodnotit zvuky přicházející do obou uší s rozdílným spektrálním složením (*později rozlišujeme na jeho základě barvu a výšku tónu*), fázovým zpožděním a rozdílnou intenzitou (*doba trvání s danou intenzitou musí, dosáhnou doby trvání min. kolem 100ms*). Na základě časového zpoždění a rozdílné intenzity mezi signály přicházejícími do obou uší, mozek dokáže rozlišit zdroj a tedy i směr přicházejícího zvuku. U frekvencí kolem 300Hz začíná hlava pro zvukové vlny fungovat jako akustická překážka, která zapříčiní rozdílné úrovně zpracování mezi levým a pravým uchem. V řádu několika kHz se podobně chová i ušní boltec, který dokáže odstínit zvukové vlny z více stran) - k levo / pravé orientaci poskytuje informaci o předním a zadním plánu (*dojem prostorové orientace*). Rozdílné frekvenční závislosti lidského ucha vedly k ustanovení tzv. Kingsburyho prahových křivek (*obrázek č.2*) vycházejících z Weber-Fechnerova psycho-fyzikálního zákona (*Mění-li se fyzikální podněty působící na naše smysly řadou geometrickou, vnímáme jejich změnu v řadě aritmetické*). Tyto křivky nám znázorňují oblast slyšitelnosti lidského ucha, kde znázorňují různé citlivosti sluchového orgánu při rozdílných frekvencích a rozdílné hladině hlasitosti (*Phon, IPh*). Je velmi důležité si tedy uvědomit, že každý člověk má tyto křivky rozdílné - v přímé závislosti na prostředí, ve kterém se vyskytuje (*průmyslová továrna, koncerty*), či

postupném vlivu stárnutí, kdy dochází k poklesu kolem 2 kHz a postupnému snižování frekvenčního rozsahu slyšitelnosti. Jedná se tedy o fyziologický stav sluchového orgánu.



Obrázek č. 2: Kingsburyho graf prahových křivek vycházející z Weber-Fechnerova zákona.

Znárodně hodnoty intenzity zvuku (hladiny intenzity), kterou začíná lidské ucho při dané frekvenci vnímat (křivka prahu slyšení) s hodnotou intenzity zvuku (hladinou intenzity) kterou musíme zvyšovat při stejné frekvenci do hodnoty, kterou nazýváme práh bolesti. Z diagramu také vyplývá, že lidské ucho je při všech intenzitách nejcitlivější na frekvence mezi 3000 – 4000 Hz.

Percepce u každého člověka je tedy rozdílná - co může být pro jednoho dostačující úroveň hlasitosti, může být pro druhého tiché. Někteří lidé dokážou v nahrávce rozlišit jednotlivé nástroje a některým nahrávka splývá - berou jí jen jako informační hudební počitek (*dáno psychologickým stavem, zkušenostmi, představivostí, asociační schopností apod.*) V praxi se proto můžeme setkat hned s několika psycho-akustickými pojmy jako:

- **šířka (*width*)** - určuje šířku zvukového pole, od hlavního zdroje snímání
- **hloubkou (*depth*)** - určuje hloubku zvukového pole, hlavního zdroje snímání
- **výškou (*height*)** - určující šířku zvukového pole ve vertikálním snímání
- **ambient (*okolní prostředí*)**, který určuje hladinu zvuku v prostoru v okolí hlavního zdroje
- **fantomový efekt (*phantom efekt*)** - zdroje zvuku se nacházejí v nesprávných sektorech (*dochází tak ke zkreslení obrazu zvukového pole, či zdůrazňování některých frekvenčních pásem na úkor ostatních*). Nejvíce se tento efekt projevuje u dvoukanálových systémů. Jeho projevení je u vícekanálových systémů značně potlačeno přítomností Centrálního kanálu.

Na základě těchto psycho-akustických zákonů a příslušných měření se po provedení subjektivních statistických testech stanovují patřičné vícekanálové normy (např. ITU-R BS 775-1 či SMPTE RP 173), ve kterých jsou přesně dané podmínky pro mix a reprodukci v upravených prostorech, tak aby zajistily co nejužší kontakt zvukového mistra s publikem (*mix pro domácí podmínky je rozdíl od mixu pro kinosál*) a samozřejmě, aby byl technicky zajištěný co nejvěrnější a nejčistější přenos zvukových informací do daného prostoru (procesory, akustické úpravy, certifikovaný monitorovací systém apod.)

1.2 Vícekanálové systémy a Surround Monitoring

Teoreticky můžeme za vícekanálový systém považovat takový systém, ve kterém používáme více, nežli jeden kanál (*monofonní informaci*). Z praktického hlediska je však tento pojem širokou veřejností spíše chápán jako zvuk v kinosálech, obsahující min. 5,1 reprodukovanou zvukovou informaci. Ta divákovi nabízí patřičné počítky z prostorovosti vícekanálového mixu (*ve vztahu k obrazu*). V praxi tedy reálně rozlišujeme:

1. **Mono (*jedno kanálová zvuková informace*)** – Výstupem ze systému je pouze jedno kanálová informace. Nejčastěji bývá umístěna přímo v ose obrazu. Divákovi zajišťuje pouze informaci o umístění zvukového zdroje.
2. **Stereo (*dvoukanálová zvuková informace*)** – Výstupem ze systému je dvou kanálová informace nesoucí informaci o levo/pravé orientaci v obraze. Zdroj zvuku do pomyslného středu umísťuje pomocí panoramy - vložením daného signálu (*o stejné úrovni*) do levého i pravého kanálu. – Dochází však ke zkreslení informace o reálném zvukovém poli.
3. **Vícekanálové systémy** – Zpravidla v základním formátu zastoupen, předními kanály Levá (L), Centr (C), Pravá (R) a zadními Lsurround(L_S) a Rsurround(R_S) + doplňkový basový efektní kanál LFE. Divákovi je tak podávána reálná informace o celém zvukovém poli.

Dále se ve vícekanálových systémech setkáváme s následujícími pojmy:

1. **Centrální kanál C** - Jeho hlavním úkolem je zabezpečit divákovi (*sedícího mimo osu projekce*) přesnější lokalizaci zdroje zvuku v akustickém poli. Jeho přítomností je doplněna zvuková informace v centrální části předních kanálů – to zásadně ome-

zuje přeslechy mezi L a R kanálem a zabraňuje vzniku tzv. „fantomového efektu“. V praxi se centrální kanál využívá především pro potřeby dialogů.

2. **Surround kanály** - Tyto kanály, často v základních formátech označovány jako **Ls** a **Rs**, zprostředkovávají naprosto nový prostorový rozměr. Na rozdíl u základních kanálů (*např. L,R či L,C,R*) umožňují divákovi vnímat hloubku prostoru filmového, hudebního či výtvarně-multimediálního díla. Aby nedocházelo ke vzniku rušivých efektů, které mohou diváka odvádět od dramatické akce v obraze, je třeba dodržovat dvě základní pravidla:

- **Separace předních a surroundových kanálů** (*např. u systému Dolby Surround*) - dosáhneme ji časovým zpožděním (*způsob kódování*) mezi předními a zadními kanály, kdy informace ze surroundových kanálů dochází k divákovi později než signál z předních kanálů. Dolní propustí 7kHz se zamezuje přesné lokalizaci surroundového zdroje - na diváka tak působí obklopujícím dojmem (*u nižších frekvencí se kvůli větší vlnové délce hůře lokalizuje zdroj přicházejícího zvuku*).
- **Surroundových efekt** - je vlastně jakýsi psycho-akustický komplex pravidel, který dokáže diváka při správné reprodukci přesvědčit o realitě prostředí. Pokud však z nějakého důvodu nedojde ke správné reprodukci (*popřípadě nastavení v řetězci*), nedokáže si divák ve svém podvědomí vybavit tuto situaci. Pokud tedy zvuky přicházejí ze směrů, na které není zvyklý, popřípadě vyvolávají stavy úzkosti či nebezpečí (*letící letadlo, vybuchující miny apod.*). Divák se tedy při špatném použití zvukového efektu podmíněným reflexem otáčí za zdrojem této zvukové informace. **Z filmového hlediště tedy dochází k narušení emocionální koncentrace směrem od obrazovky a dochází tak k divákovu rozptýlení.**

3. **Efektový kanál spodních frekvencí LFE (*Low-frequency effect*)** – Jedná se o samostatnou, frekvenčně omezenou signálovou cestu (*zpravidla frekvence do 120Hz – viz Dolby*), přivedenou do subwooferu – bez ovlivnění správy basů (*pokud v dané normě existuje*). Subwooferové výstupy tedy mohou obsahovat jeden nebo oba z následujících zdrojů:

- ze všech kanálů jsou pomocí filtru správy basů (*existuje-li*) ořezávány spodní frekvence a směřovány do Sub
- samostatný audio signál v kanále LFE

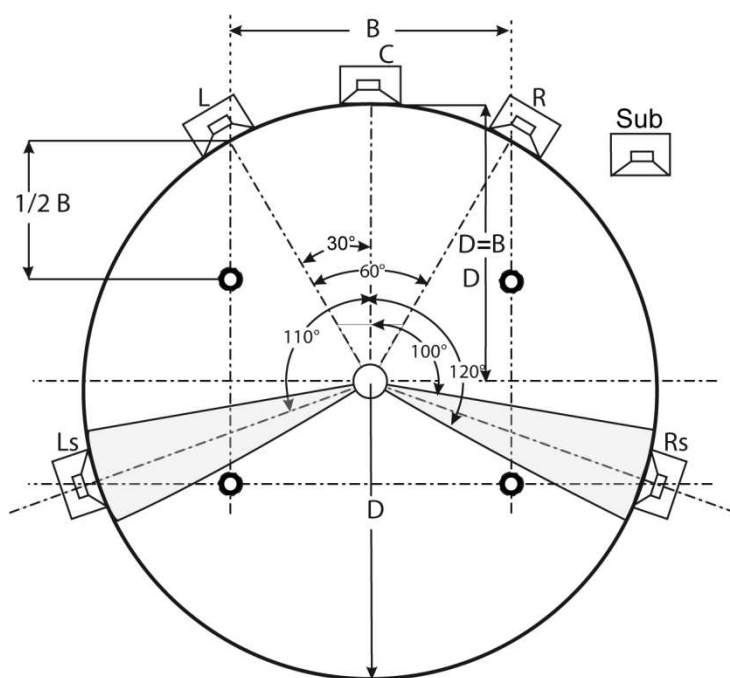
Přítomnost samostatného LFE kanálu poznáme dle přítomnosti čísla za desetinou čárkou v názvu formátu – př. 5.1. - „0.1“ To nám indikuje přítomnost samostatného kanálu LFE. Naopak při formátu 5.0 – tedy „.0“ - je dosaženo směrování v 360° bez řízení LFE.

4. **Divergence** – patří mezi jeden z nejdůležitějších parametrů při práci se surroundovým mixem. Jeho nastavováním můžeme řídit „šířku“ směrování.

- Maximální divergencí dosáhneme úzkého směrování (*diskrétního*) - zvukové audio stopy jsou tedy směřovány konkrétně jen do jednoho reproduktoru.
- Naopak u nižšího nastavení (*divergence menší než 100%*) dosahujeme širšího směrování. Zvukové audio stopy jsou tedy slyšet i v sousedních kanálech.

Surround Monitoring

Pro správné reprodukování vícekanálových informací je nutné, aby byl surroundový monitorovací systém správně nainstalovaný a nakonfigurovaný. Musíme si uvědomit, že příslušná norma daného systému (*např. Dolby, DTS.*) sebou nese jen informace o rozmístění a počtu reproduktorů, ale také vyžaduje speciální rozložení stop či filtraci některých kanálů - například Dolby Surround používá frekvenční omezení na surroundových kanálech od 100Hz do 7kHz. Příslušné normalizované standardy rozlišujeme podle rozdílného rozestavení reproduktorů v akustickém poli (*Obrázek č.3*). Jako centrální bod (*osa v bodě 0°*) nám slouží divák, umístěný v přesném středu akustického pole.

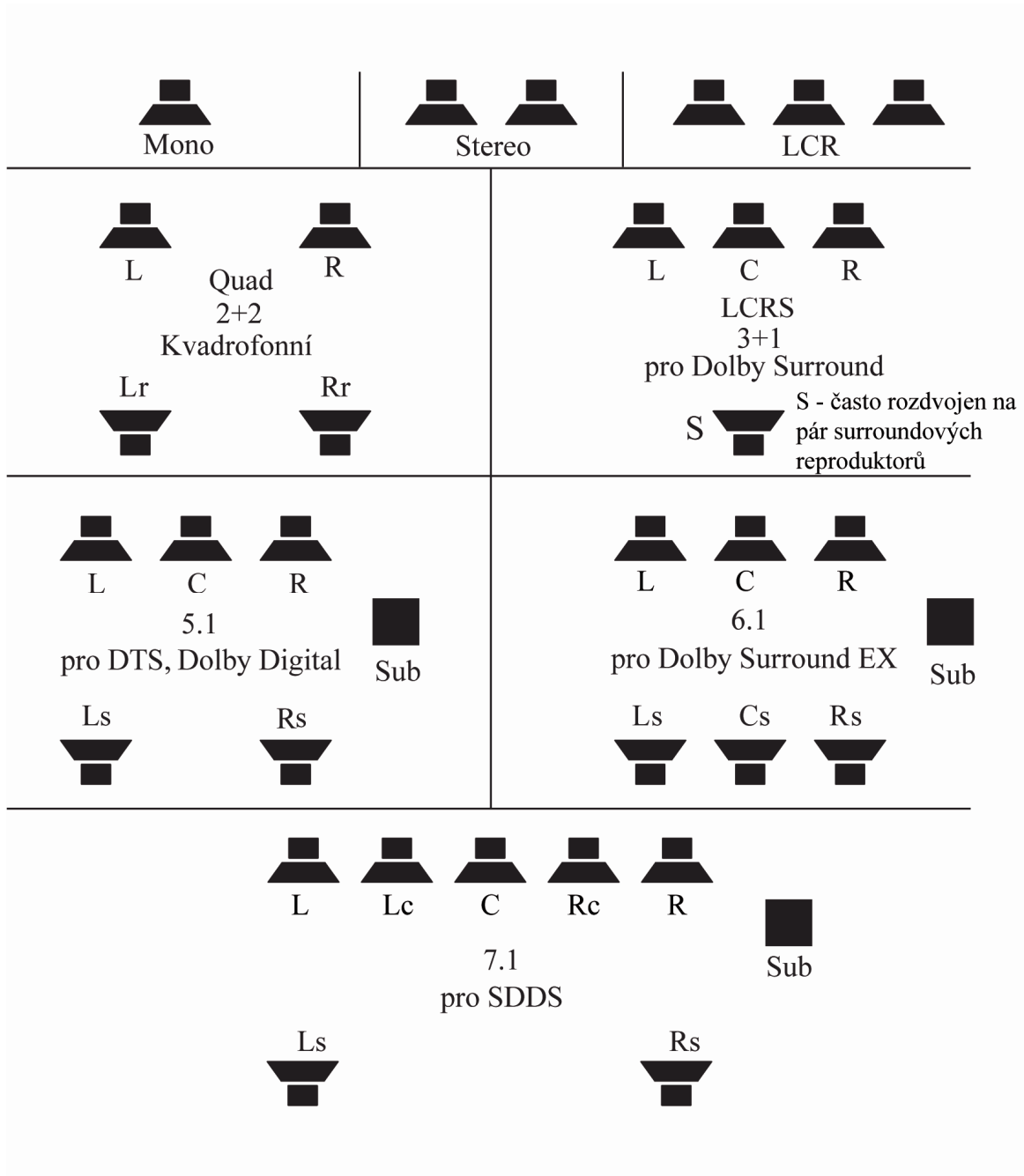


Na obrázku číslo 3: vidíme jednu z doporučených standardizací pro míchání a monitorování ve standardech 5.1 surround (dle normy ITU). Umístění efektového LFE (Sub) reproduktoru je libovolné, ostatní úhly je doporučováno co nejvíce dodržovat.

Legenda:

B = základní vzdálenost mezi reproduktory
D = poslechová vzdálenost
O = maximální hranice poslechu
Ls, Rs = doporučený úhel mezi 110°- 120°

Na následujícím obrázku (*obrázku č.4*) vidíme názorné uspořádání reproduktorů nejrozšířenějších prostorových formátů. V legendě (*tabulka č. 1*) vidíme přehled nejužívanějších vícekanálových formátů míchání a surroundu pro DAW AVID ProTools HD.



Obrázek č. 4: Uspořádání reproduktorů prostorových formátů.

			Kanály a rozložení stop v DAW Pro-Tools HD							
<i>Reproduktorové kanály</i>	<i>Vícekanálové formáty Míchání</i>	<i>Surroundový formát</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1	Mono		C							
2	Stereo		L	R						
3	LCR	Cinema Stereo	L	C	R					
4	Quad	Kvadrofonní	L	R	Lr	Rr				
5	LCRS	Dolby Surround (ProLogic)	L	C	R	S				
6	5.1	Film (ProTools default), Pro Dolby Digital	L	C	R	Ls	Rs	LFE		
6	5.1	SMPTE/ITU (Control 24)	L	R	C	LFE	Ls	Rs		
6	5.1	DTS (ProControl)	L	R	Ls	Rs	C	LFE		
7	6.1	Dolby Surround EX	L	C	R	Ls	Cs	Rs	LFE	
8	7.1	SDDS	L	Lc	C	Rc	R	Ls	Rs	LFE

L = Levý, R = Pravý, C = Střední, Cs = Surround (mono), Ls = Levý surround, Rs = Pravý surround, Lc = Levý střední, Rc = Pravý střední, Cs = Střední surround, Lr = Levý zadní, Rr = Pravý zadní, LFE = Efekty nízkých frekvencí (spravovány jsou subwoofery nebo systémy správy basů)

Tabulka č. 1: Formáty vícekanálového míchání a surround s rozložením stop v DAW Avid ProTools HD

2 TECHNIKY VÍCEKANÁLOVÉHO ZÁZNAMU HUDBY A ATMOSFÉR

V praxi se můžeme setkat nejčastěji s těmito metodami:

1. Vytvoření prostorového zvukového obrazu - pomocí vícekanálové mikrofonní techniky.
2. Vytvoření prostorového zvukového obrazu - pomocí vícekanálového mikrofону
3. Vytvoření prostorového zvukového obrazu - pomocí postprodukčního zpracování základních stereofonních technik

Z technologického hlediska rozestavení mikrofonních vložek můžeme mikrofonní techniky dále rozdělit na:

- *Coincident placement* - neboli mikrofony se shodně umístěnými vložkami (*Double M/S, Sunken WMS5*)
- *Near-Coincident placement* – neboli mikrofony s blízko-shodně umístěnými vložkami (*OCT, OCT Surround, IRT-Cross, Systém Soundfield*)
- *Mikrofony odděleny akustickou přepážkou* - *Schoeps KFM 360, GSMS Holophone, DPA 5100*
- *Prostorové mikrofony* - *Hamasaki square*

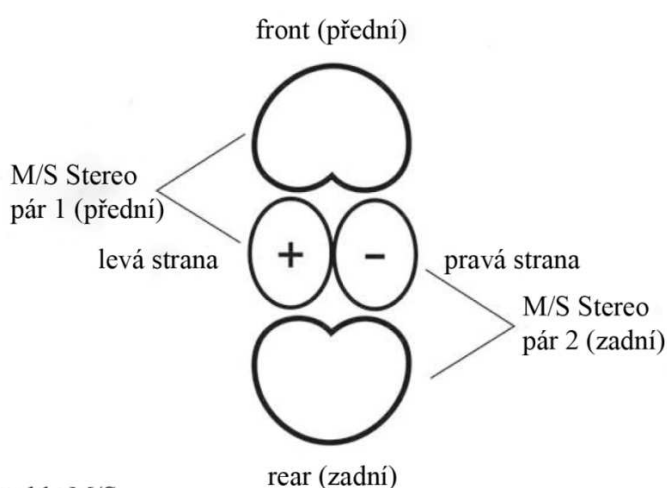
Podle způsobu zpracování výstupního signálu z mikrofonů, můžeme tyto techniky dále rozdělit na:

- *Mikrofonní techniky nevyžadující hardwarového či softwarového zpracování* – Jejich výstupem jsou diskrétní (*samostatné*) kanály odpovídající vícekanálovému formátu (*GSMS Holophone, DPA5100, OCT Surround*).
- *Techniky, které pro své zpracování vyžadují hardwarová nebo softwarové zpracování* – Jejich výstupem je speciální formát vyžadující adekvátní dekodovací metodu (*DoubleMS, Systém SoundField, Schoeps KFM360*).

2.1 Vytvoření prostorového zvukového obrazu - pomocí vícekanálové mikrofonní techniky

2.1.1 Double MS

Jedná se o techniku se shodně umístěnými mikrofony. Pro svou realizaci vyžaduje dva mikrofony s charakteristikou kardioidy (*ledvina*) a jeden s charakteristickou osmičky (*Obrázek č. 5 a 6*). Tato vícekanálová mikrofonní technika pro své další zpracování vyžaduje maticové dekódování pomocí hardwaru nebo softwaru. - Nabízí modifikace až do formátu 5.0.



Double M/S



Obrázek č. 5 : Znáznornění orientace mikrofonů u vícekanálové techniky MS Stereo. (Přední a zadní mikrofony s ledvinovou charakteristikou a střední odpovídající osmičkové charakteristice).

Obrázek č. 6: Systém Double MS firmy Schoeps. Aby bylo možné provést následující uchycení, je u mikrofonů vyvinutých speciálně pro tento systém upravena směrová polární charakteristika.

Hlavní myšlenkou této technologie (*patentovaná v roce 1980*) bylo zaznamenat při koncertech vážné hudby reálné reakce publika s odezvou prostoru. Přitom musela být ale zajištěna dokonalá kompatibilita s radiopřijímači, které pracovaly v mono i stereo režimu. Bylo tedy nutné vytvoření kontrolovatelných stereo mixů přímých a okolních signálu s minimálními problémy ve fázi. Nástupem vícekanálového zvuku se však tímto systémem otevřely nebývalé možnosti, které různými modifikacemi dokázaly naprosto reálně vypočídat o prostoru, ve kterém se nachází snímáný akustický zdroj (*modifikace 5.0*).

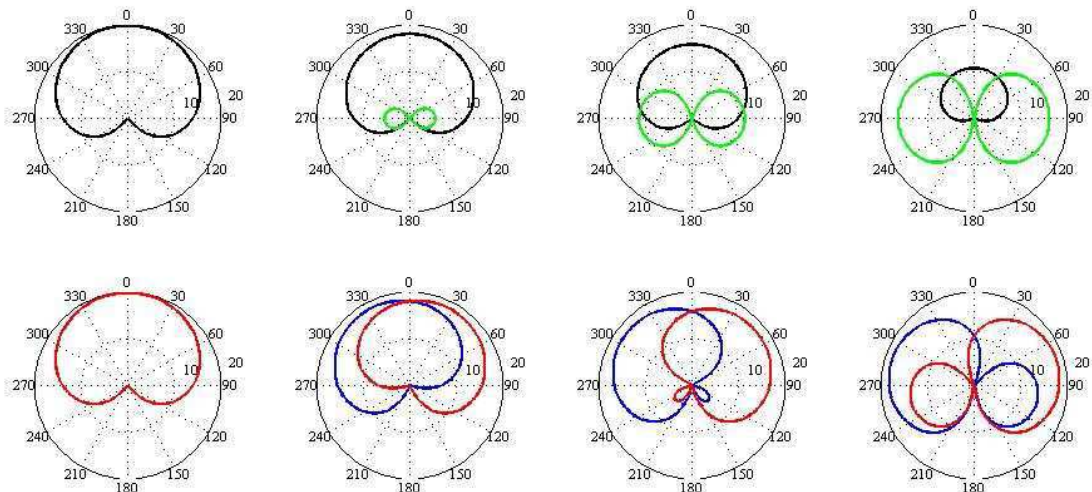
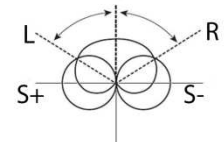
Základní technické vlastnosti vychází ze stereofonní metody **MS Stereo**. Na *obrázku č.7* vidíme znázorněné porovnání různých výstupních kombinací základní charakteristiky MS Stereo mikrofonu (*horní část*) s výstupní informací odpovídající výsledným kanálům L a R (*virtuální řídicí vzor XY - spodní část obrázku*). Na obrázku vidíme, že pokud bude potlačena úroveň stranových signálů, výstupní úroveň se stane čistě monofonní. V opačném případě dokážeme značně uměle rozšířit stereofonní obraz. Matematicky dokážeme odůvodnit následující výstupy ze základního MS systému:

$$L = \frac{1}{2} \times (M + S)$$

$$M = L + R$$

$$R = \frac{1}{2} \times (M - S)$$

$$S = L - R$$



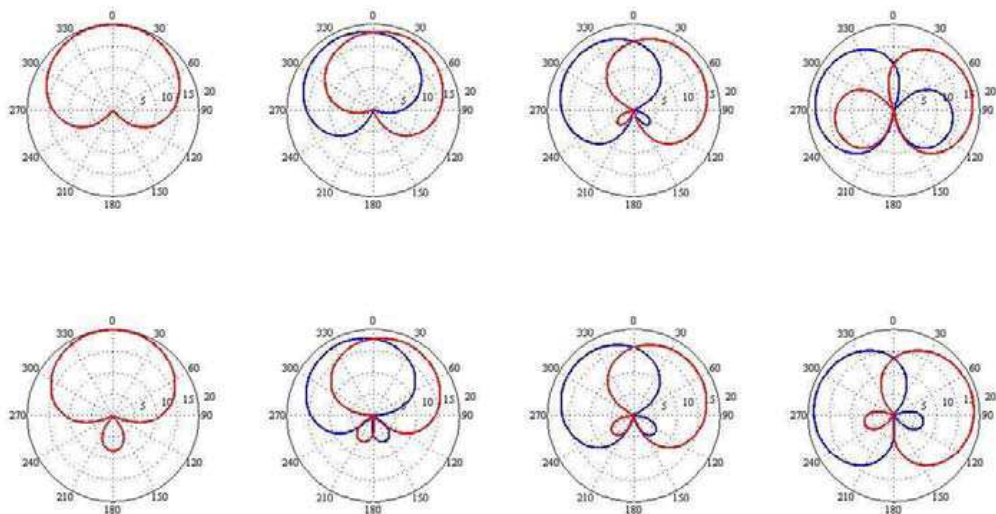
**Obrázek č. 7: MS výstup - Černá (M-signál), Zelená (S-signál) – horní část obrázku
LR výstup: Červená (R-pravá), Modrá (L-levá) – spodní část obrázku**

Jednoduchý Princip Double M/S (Generování 2/0 Stereo a 3/2 Stereo)

Double MS systém je svou funkcí schopný generovat signály pro dvou kanálové a více kanálové aplikace. Technicky se systém skládá ze tří mikrofonů. Pro přímý (*direktní*) směr snímání (*někdy nazýváno jako „mid – střed“*) využívá mikrofonní kapsli, která má charakteristiku kardioidy či super-kardioidy (*v některých aplikacích může napájet bez použití Matice - Matrix samotný středový reproduktor*). Pro snímání bočních stran (*levá, pravá*) využívá mikrofonní kapsli, která má „osmičkovou“ charakteristiku (*někdy nazýváno jako „ side – postranní“*) a v neposlední řadě pro snímání zadního plánu (*odražených vln, které nás informují především o akustických vlastnostech snímaného prostoru*) mikrofon s charakteristikou kardioidy.

Směrová charakteristika virtuálních mikrofonů (*po dekódování v matrix matici*) je poté přímo závislá na poměru míchání signálu ze samostatných mikrofonů Double MS. Virtuálně tedy můžeme vhodným uspořádáním a nastavením matice kombinovat a vytvářet jakékoliv směrové vzory - bez jakéhokoliv fyzického zásahu do úhlu řídicího vzoru mikrofonů. Máme také k dispozici plnou kompatibilitu s dvoukanalovým (*stereo*) i jedno kanálovým (*mono*) systémem.

Na následujícím obrázku vidíme znázorněné dekódování bez proměnného (*každý pár je samostatně dekódován*) a s proměnným řídicím vzorem M-front (*využití třetího mikrofonu*). Výstupní polární charakteristika poté odpovídá dekódovanému výstupnímu signálu L, R. Horní řada v *obrázku č.8* tedy znázorňuje fixovaný řídicí vzor, kde M-front odpovídá kardioidě a spodní řada s proměnným řídicím vzorem, kde L,R odpovídá super-kardioidě.



Obrazek č. 8: Dekódování LR, s proměnným a pevným řídicím vzorem. L=Modrá, R=červená

Double MS vs. Ambisonic (B-formát)

Systém Double MS s proměnným řídicím vzorem nabývá velké podobnosti s klasickou technikou ambisonic B-formát - Double MS tedy umožňuje virtuálně měnit řídicí parametry. Oproti systému Ambisonic B-formát dokáže změny provádět pouze v horizontálním směru (*nepracuje s vertikální (výškovou) informací Z*). Základním principem teorie Ambisonic je analýza zvukového pole rozdělením na různé řídicí prvky – tzv „sférické harmonické funkce“, které popisují příchod a pohyb zvukových vln. Reprodukce zdroje

zvuku zde tedy není vytvořena klasickým způsobem pomocí úrovně a časového rozdílu, ale tak, že zvukové pole je reprodukováno v mixu všech zvukových kanálů – tedy vytvoření fyzického součtu (*někdy také nazýván jako „sweet spot“*). Výsledné souřadnice W, X, Y dokážeme vypočítat následujícím postupem:

$$W = M_{\text{front}^+} + M_{\text{rear}}$$

$$X = M_{\text{front}^-} - M_{\text{rear}}$$

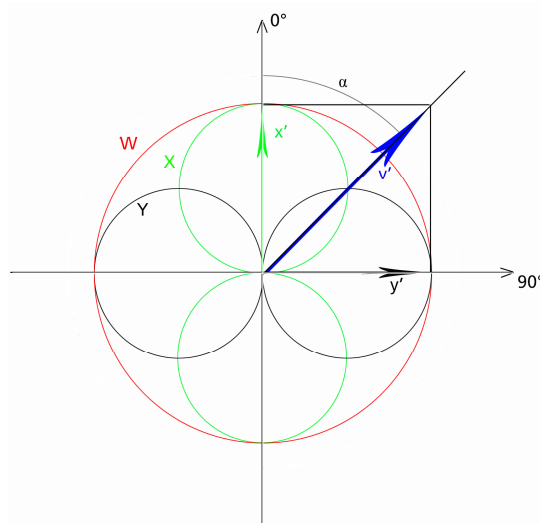
$$Y = S$$

Na následujícím *obrázku č.9* vidíme matematické znázornění prostorové orientace souřadnic W,X,Y kde :

W = odpovídá všesměrové charakteristice nultého řádu Ambisonic

X = odpovídá předo / zadní orientaci (Front / Rear) prvního řádu Ambisonic

Y = odpovídá levo / pravé (Left / Right) orientaci prvního řádu Ambisonic



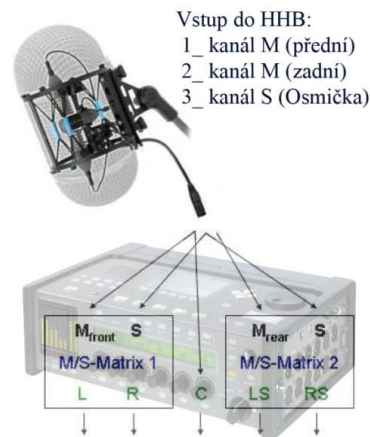
Obrázek č. 9: Matematické znázornění souřadnic W, X, Y u systému Double MS

Tuto techniku s proměnnými polárními vzory můžeme praktikovat pouze u postprodukčního zpracování, kdy zaznamenané direktní signály z mikrofonu dekódujeme pomocí speciálního softwaru vyvinutého firmou SCHOEPS (*plug-in Double M/S Tool*).

Možnosti dekódování systému Double M/S

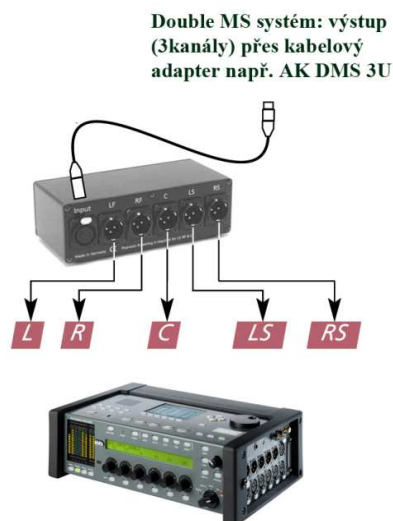
1. Prvním řešením je podobný postup jako u MS Stereo. Rozdíl se nachází ve využití dvou MS matic v hardwarovém zařízení (*př. HHB Porta Drive*), kde přední kardio-

ida může být využita jako samostatný středový kanál *Obrázek č.10* . Výstupem jsou tedy 3x fyzické kanály (Mp, Mz a S), které po softwarovém zpracování v příslušném hardwaru (*maticový obvod*) dekódujeme do vícekanálového systému L,R,C,LS a RS. Tato metoda vyžaduje značné zkušenosti zvukového mistra. Ten musí provést správné nastavení celého řetězce - především vytvoření virtuálních stop a jejich směrování do matrixových matic v záznamovém či postprodukčním zařízení.



Obrázek č. 10: Zpracování double MS pomocí HHB PortaDrive

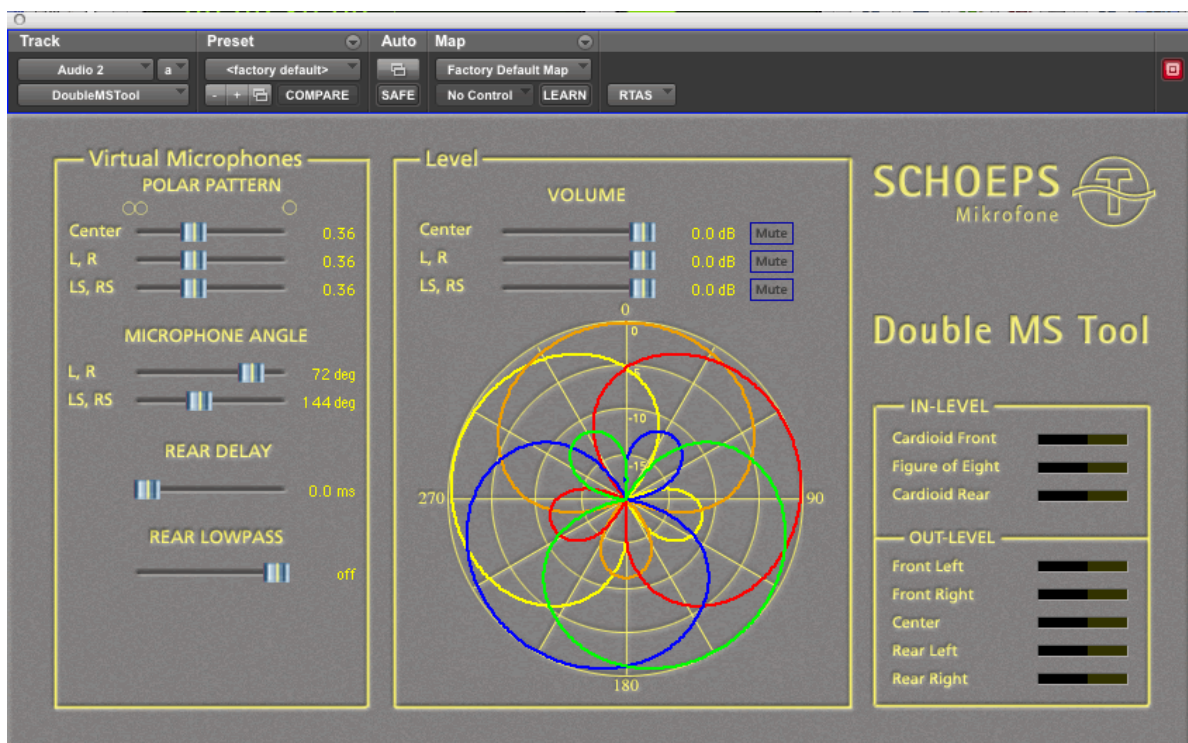
2. Druhým řešením je využití pasivní matice **Schoeps M_DMS** (*obrázek č.11*), která dokáže dekódovat signály na požadované výstupy L, C, R, Ls, Rs. Toto řešení vyžaduje zařízení se záznamem pěti kanálů (*HHB PortaDrive, Aaton Cantar, Sound Devices 788T-SSD apod.*)



Obrázek č. 11: Schoeps M_DMS se záznamem HHB PortaDrive

3. Třetím způsobem je využití softwarové VST / RTAS pluginy „**Schoeps Double MS Tool**“ (obrázek č. 12). Systém nabízí prakticky nejintuitivnější možnosti zpracování. Jako vstup mu slouží diskrétní signály Cardioid Front (*přední*), Cardioid Rear (*zadní*) a Figure of Eight (*osmička*). Pomocí vnitřního algoritmu pracujícího na bázi systému ambisonic vytvoří tato plugina virtuální mikrofon, ve kterém nabízí uživateli ovládání:

- *vzoru polárních charakteristik*: Center; L - R; a Ls - Rs;
- *šířku mikrofonních úhlů*: L - R a Ls - Rs
- *zpoždění zadních kanálů (Rear)*
- *nastavení Low-pass filtru na zadních kanálech*

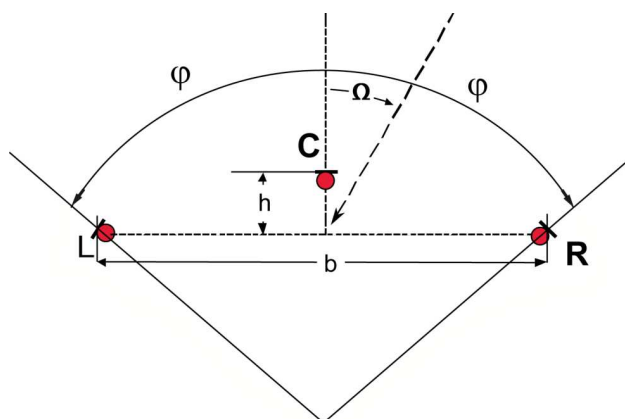


Obrázek č. 12: Schoeps Double MS Tool Plugin

Veškeré změny a nastavení, které provedeme, se v plugině ihned zobrazují na polární charakteristice. Výstupem z tohoto systému je pět kanálů L, C, R, Ls, Rs u kterých dokážeme ovlivňovat základní poměry mezi středním kanálem Center a páry L-R ; Ls-Rs. Veškeré nastavení pak můžeme ukládat a vyvolávat z presetu.

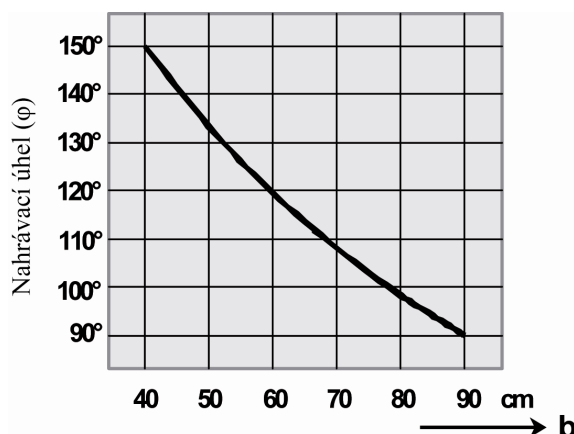
2.1.2 OCT (optimalizovaný trojúhelník kardioid)

Jedná se o techniku s blízko-shodně umístěnými mikrofonními vložkami. Jejím hlavním úkolem je zvýšení stability z přímého směru bez úbytku na stereofonní kvalitě. Skládá se ze dvou do stran orientovaných super-kardioid **L**, **R** (vzdáleny od sebe 40-90cm), mezi kterými je přesně uprostřed předsazená kardioida učena pro centrální kanál **C** (obrázek č.13). Typické předsazení kardioidy oproti postranním mikrofonům je **h=8cm** (při použití super-kardioidy $h=12\text{cm}$). **Vzdálenost (b)** mezi okrajovými mikrofony je udávána v rozmezí 40-90cm v závislosti na **šírce úhlu snímání (φ)**. Z praktického hlediska je doporučováno, aby distanční tyč (držící mikrofony) měla proměnnou délku mezi levým a pravým mikrofonem. Zvukový mistr tak dokáže flexibilně změnou délky ovlivnit šířku snímaného úhlu (φ), a s tím spojené případné problémy v rovnováze mezi přímými a odraženými signály, nebo ve výsledné barvě zvukového záznamu (*sound colour*).



Obrázek č. 13: Znárodnění techniky OCT; h = vzdálenost předsazení mikrofonů, b = vzdálenost mezi L, R mikrofonem, Ω = úhel směru přicházejícího signálu, φ = úhel snímání

Pro vztah vzdáleností mezi okrajovými mikrofony L - R a šířkou snímaného úhlu, byla odvozena následující tabulka (obrázek č. 14).

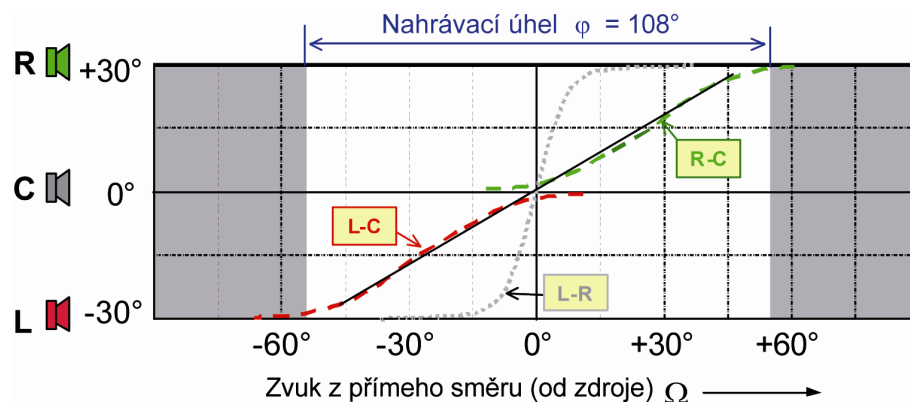


Obrázek č. 14: Vzdálenost kardioid L - R v závislosti na úhlu snímání

Velkým kladem tohoto systému je velmi dobrá separace mezi sektory C-L a C-R. V příkladu uváděném firmou Schoeps má zvuk přicházející z poloviny pravé strany velmi malou úroveň pro levý mikrofon. Pokud by však zvuk přicházel například přímo v ose na pravý mikrofon (*0dB útlum*), přední kardioida (C) by ho snímala s útlumem kolem 6dB (*dáno směrovým diagramem*). Levý mikrofon by poté s časovým zpožděním snímal tento signál s útlumem kolem 10dB (*dáno směrovým diagramem*), ovšem s otočenou polaritou (*dáno snímáním zadního laloku super-kardioidy*). Právě na příkladu vysoce naměřených hodnot útlumu vidíme dokonalou separaci mezi kanály (*6 dB = zeslabení signálu o 50%*). Podobné příklady s matematicko-elektro-akustickým upřesněním uvádí ve svém výzkumu například *Dr. Günther Theil*. Uvádí, že pokud zvuk dopadá na přední kardioidu v ose mikrofону ($\Omega = 0^\circ$), bude zvuk dále zpracován s následujícím útlumem $L = -9\text{dB}$, $C = 0\text{dB}$, $R = -9\text{dB}$ při $\Delta t = 0,24\text{ms}$ (*při $b = 180^\circ$*) - přičemž Δt je bráno jako časový rozdíl zpoždění přicházejícího signálu (*time differences*) mezi C-L nebo C-R a odvodíme ho na základě následující rovnice:

$$\Delta t = \left[\sqrt{h^2 + (1/2b)^2} \cdot \cos \left(90^\circ - \Omega + \arctan \frac{2h}{b} \right) \right] \cdot 0,03 \frac{\text{ms}}{\text{cm}}$$

Velkou výhodou tohoto systému je schopnost dostatečně potlačovat projevy „fantomového efektu“ (*zdroje zvuku ve špatném sektoru*). Na *obrázku č. 15* vidíme tabulku lokalizace zdroje (*při reprodukci*) v závislosti na úhlu směru přicházejícího signálů na středový kanál C. Můžeme zde pozorovat v centru zaznamenávajícího sektoru ($\Omega = 0^\circ$) nežádoucí projev fantomového efektu zdroje LR o úrovni kolem -10db – můžeme ho tedy opomenout.



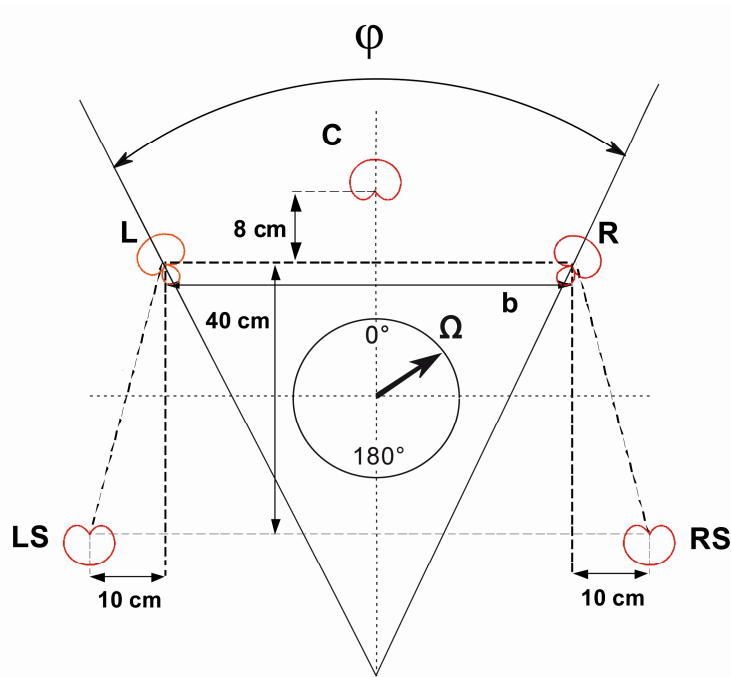
Obrázek č. 15: Ukázka znázornění projevu fantomového efektu pro nahrávací úhel $\varphi = 108^\circ$ dle měření provedených *Dr. Günther Theilem*.

Jistou nevýhodou této technologie je špatná frekvenční odezva pod 100Hz. Tento problém vyplývá z konstrukčních vlastností malomebránových mikrofonů kardioidní či hyperkardioidní charakteristiky. Můžeme provést jistou míru optimalizace tak, že do cesty zařadíme horno-propustní filtry s dělicí frekvencí 100Hz a sestavu doplníme o všesměrové mikrofony. V praxi se také někdy používá hybridního dvousměrného (*two-way*) mikrofonu nazývaného také jako **Double Microphone Transducer**, který dokáže všesměrovou kapslí zpracovat frekvence do 100Hz a kardioidní nad 100Hz. Tento hybridní mikrofon se po té přidá do soustavy:

- *místo středového kanálu* – okrajové zůstávají zachovány (Super-Kardioida)
- *místo L a R mikrofonů* – středový kanál zůstává zachován (Kardioida)

2.1.3 OCT Surround

Jedná se o rozšíření klasické techniky OCT (*Optimalizovaný trojúhelník kardioid*) o surroundové kanály **Ls** a **Rs**, které jsou tvořeny dvěma kardioidami (*obrázek č.16*). Aby bylo co nejvíce zamezeno výskytu přímého signálu v surroundových kanálech, jsou tyto kardioidy otočené o 180° od hlavního směru snímání.



Obrázek č. 16: Schéma systému OCT surround

Výsledný signál z kanálů **Ls** a **Rs** bude mít na výstupu potlačený přímý (*direktní*) signál podle polárních charakteristik mikrofonních kardioid. Výsledná informace o prostoru vznikne

ká na základě časových a úrovnových rozdílů mezi jednotlivými mikrofony - tedy zpožděním a rozdílnou úrovní zpracování stejného signálu mezi předními a zadními mikrofony.

Z následujících měření, která provedla organizace Audio Engineering Society (AES) v čele s pány *Günther Theilem a Helmutem Wittekem* vyplynulo několik zajímavých informací, které jsou přenesené v následující *tabulce č.2*. Ta zobrazuje úroveň přímého zvuku (ΔL) z několika zdrojových směrů Ω ve vztahu k úrovni nepřímého zvuku v jednotných kanálech. Velice zajímavého výsledku si lze povšimnout na rozdílech v úrovni mezi Pravým Surround R_S a Levým Surround L_S , který činí $\Delta L = 0\text{dB}$. Z toho nám tedy vyplývá, že zadní systém snímání je velice podobný systému A/B s rozloženým párem od 60-110cm.

Ω	L	C	R	RS	LS
0°	-4	+5	-4	< -20	< -20
45°	< -20	+3	+3	-10	-10
90°	-6	-1	+5	-1	-1
135°	< -20	-10	+3	+3	+3
180°	-4	< -20	-4	+5	+5

Tabulka č. 2: Úroveň přímého zvuku (ΔL) z několika zdrojových směrů Ω

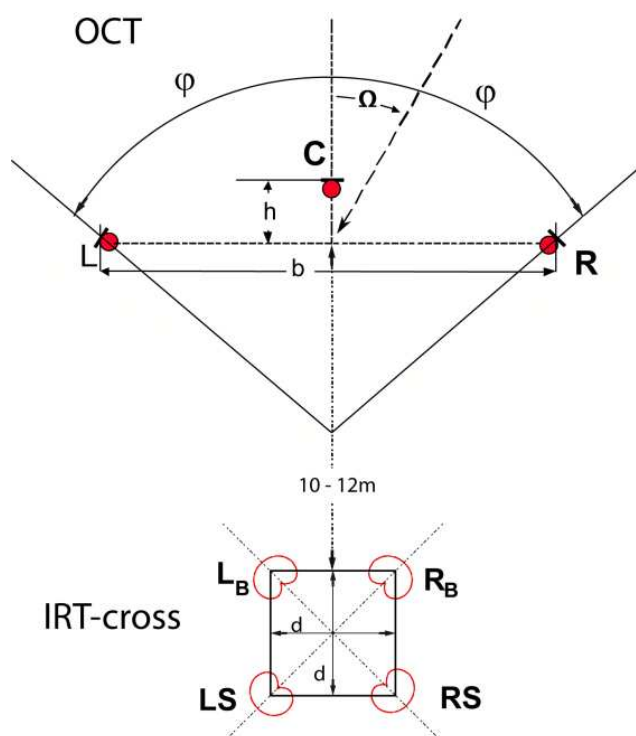
V praxi se nejčastěji tento systém používá v kombinaci se systémem IRT-Cross (*kříž*) nebo Hamasaki-Square (*Hamasakiho čtverec*).

2.1.4 IRT-Cross (*Kříž*)

Vícekanálový IRT-cross (někdy také známý pod názvem „Atmo-Cross“) patří k systémům využívajících blízko-shodného umístění mikrofonů. Z praktického hlediska se jedná o modifikovanou metodu ORTF Stereo na Double ORTF. Jde tedy o čtyři uspořádané mikrofonní kardioidy (*přesný rovnoramenný čtverec*) svírající mezi sebou vždy úhel 90° (*ORTF 110°*). Vzdálenost mezi nimi je udávána mezi $d = 20 - 25\text{cm}$.

V praxi se s IRT-křížem nejčastěji setkáváme v kombinaci se systémem OCT, kde signály z předních mikrofonů L_B a R_B přimícháváme bez větších úprav k předním kanálům L, R -

tento postup zajišťuje celistvost snímaného prostoru. Vzdálenost mezi předním systémem OCT a systémem IRT je udávaná nejčastěji mezi **10 – 12m** (obrázek č.17)



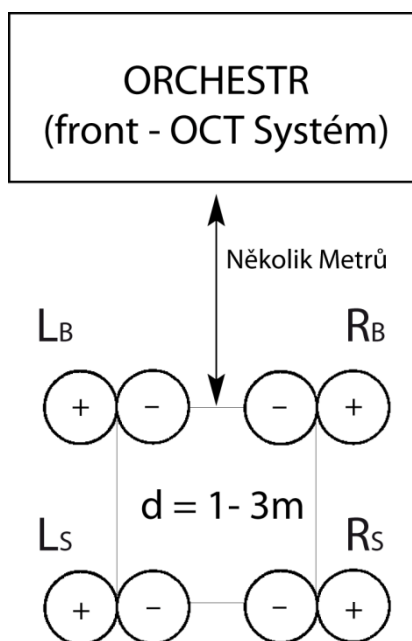
Obrázek č. 17: Systém IRT-cross v kombinaci se systémem OCT; $d=20-25\text{cm}$, optimální vzdálenost mezi systémy je **10-12m**

Systém IRT-kříž byl navrhnut především pro nahrávání atmosféry. Tedy okolního neodraženého zvuku (*ambient non-reflected sound*), proto není nejlepším řešením pro snímání v koncertních halách. Při testech prováděných Dr. Günther Theilem a Dr. Helmutem Wittkem vyplynulo, že ve většině situací může přímý zvuk způsobit problém tomuto systému, i když je ve správné vzdálenosti (*správné zpoždění*) dle elektro-akustického konceptu. Ten je určen vzdáleností LB a RB od hlavní direktní techniky (OCT), tedy poměrem přímého a odraženého signálu.

2.1.5 Hamasaki – Square (Hamasakiho čtverec)

Jedná se o metodu, ve které jsou čtyři mikrofony s osmičkovou charakteristikou rozmístěny v prostoru ve vzdálenostech kolem $d=1-3\text{m}$. Nulový bod směrové charakteristiky má každý mikrofón orientovaný směrem k jevišti, aby co nejvíce redukoval přímý zvuk. (obrázek č. 18). Pro postranní zvuk se systém chová podobně jako metoda snímání A/B. Mikrofony musíme umístit co nejdále a nejvýše, abychom co nejvíce regulovali akustickou energii

přímého zvuku. Mikrofony L_B a R_B přimícháme následovně v daném poměru k hlavní dvojici L,R a mikrofony L_S a R_S nám budou sloužit jako samostatné surroundové kanály. Poměry pro smíchání L_B-R_B s předním systémem volíme subjektivně tak, aby byl co nejvíce vyplněn prostor mezi mikrofonními systémy. Největšího využití nachází jako doplňková prostorová technika k systému OCT.



Obrázek č. 18: Schéma použití systému Hamasaki-square se systémem OCT

Umístění systému - poloměr difusního pole (poloměr doznívání)

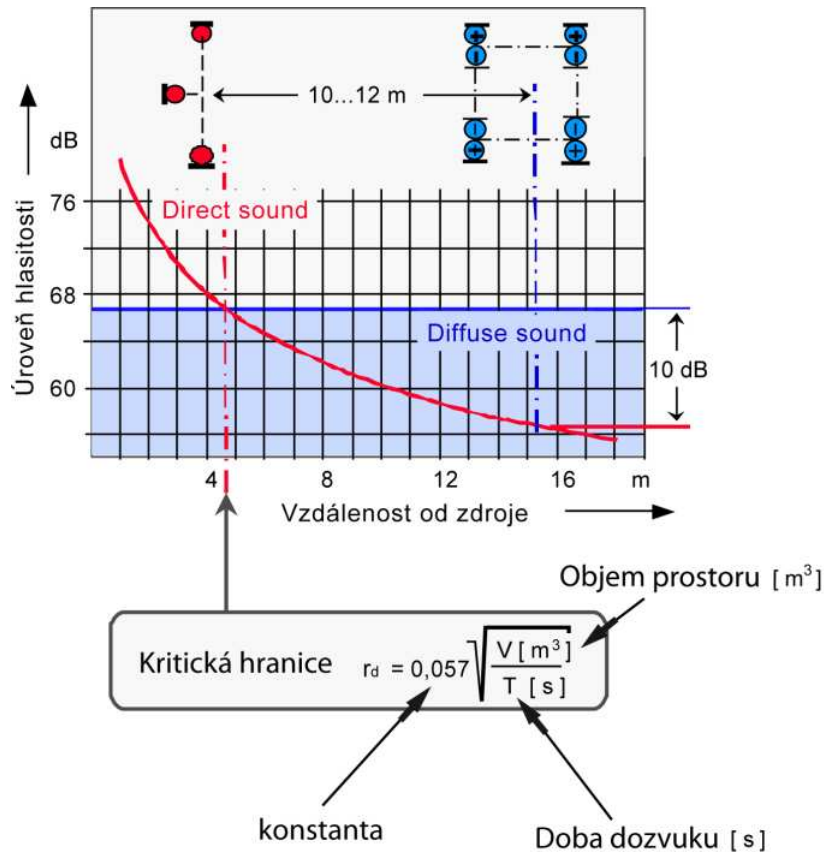
Musíme si uvědomit, že v uzavřeném prostoru se často tvoří mnohonásobné odrazy, u kterých nelze určit jakým směrem se šíří. Tento akustický prostor se nazývá difuzní (*difuzní pole*). Hranice prostoru, ve kterém je akustická energie přímého signálu a difusního pole rovna, se nejčastěji nazývá poloměr doznívání - často také *dozvuková vzdálenost rd*.

$$rd = 0,057 \sqrt{\frac{V[m^3]}{T[s]}} [m]$$

Kde: 0,057 = elektro-akustická konstanta, V = objem prostoru, T = doba dozvuku

Vzdálenost mezi hlavním systémem OCT a systémem Hamasaki-square musí být zvolena tak, aby potlačení přímého kanálu v prostorových bylo nejméně 10dB. Větší potlačení zvolíme za předpokladu, že úroveň postranních kanálů v hale bude příliš nízká (Obrázek č. 19).

Pokud by byl hlavní mikrofon umístěn příliš blízko kritické hranici, musí být u hlavního systému OCT rozšířen úhel snímání mezi (L,R) tak, aby došlo opět k vyrovnání v úrovních mezi systémy. To má však za následek zhoršení lokalizace v přímém směru snímání.



Obrázek č. 19: Schematické znázornění poloměru difusního pole v závislosti na úrovni hlasitosti a vzdálenosti od zdroje zvuku (dle Dr. G. Theila)

Na následujících příkladech uváděných v co nejvíce rozlišných podmínkách můžeme pozorovat:

- **Royal Alberty Hall v Londýně** - objem prostoru uváděn $V=86600m^3$, doba dozvuku se uvádí $T=2,5s$ z čehož vyplývá, že kritická hranice přesáhne 10m (**10,6m**).
- **Průměrná místnost o $V=50m^3$** s dozvukem kolem $T=0,4s$ (průměrná standardní místnost s koberci, záclonami a vybavením) bude kritická hranice zhruba o 10m (**1,56m**) menší než v londýnské hale.

2.2 Vytvoření prostorového zvukového obrazu - pomocí vícekanálového mikrofonu

- Speciálně konstruované mikrofony, které v sobě často obsahují větší počet mikrofonních vložek.
- Výstupem může být diskrétní signál (*DPA 5100*), který nepotřebuje další úpravy nebo speciální formáty, které pro své dekodování potřebují hardwarovou či softwarovou aplikaci (*Systém SoundField*).
- Z praktického hlediska jde o nepoužívanější metody pro nahrávání vícekanálových atmosfér pro potřeby filmového průmyslu či multimediálních performancí.

2.2.1 SoundField Microphone Systém

Tyto vícekanálové techniky založené na technice Ambispheric využívají speciálně rozložené čtyři hyper-kardioidy (*blízko-shodně umístěné*), které snímají na základě matematicko-fyzikálních metod zvuk z jednoho bodu (*Obrázek č.20*). Jejich výstupem je speciální formát (tzv. **A-formát**), který je hardwarovou (*MKV procesor*) nebo softwarovou cestou převeden do tzv. **B-formátu** (*Ambispheric 1ho řádu*). Pomocí následných dekodovacích metod jsou v příslušném HW nebo SW řešení převedeny na potřebné kanály L, C, R, Ls, Rs, LFE.

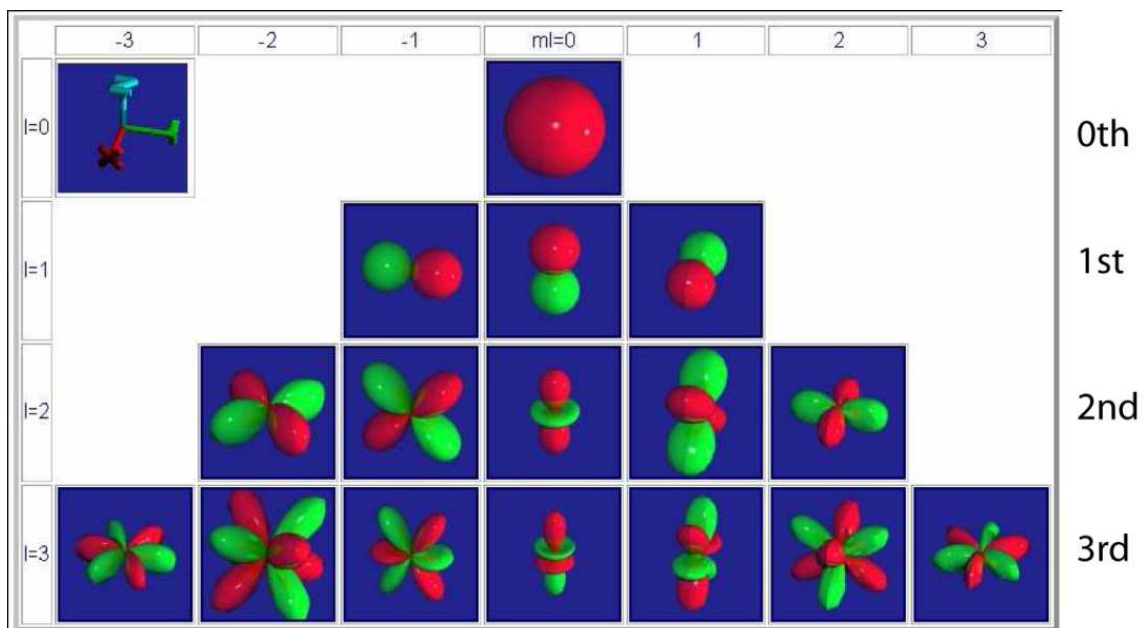


Obrázek č. 20: Mikrofonní vložky systému SoundField - 4xhyper-kardioidy

Ambisonic B-Formát

Tato technologie pracuje naprosto odlišným způsobem, než techniky založené na intenzitě či časovém zpoždění akustického signálu. V tomto systému soustava přesně kalibrovaných mikrofonů snímá hodnoty akustických veličin (*tlaku*) ze všech směrů (*pomyslná koule*). Abychom dokázali identifikovat rozlišné směry přicházející na tento systém, je potřeba použít matematicko-fyzikální rovnici často nazývanou jako „Teorie sférických harmonických složek“ vycházející z Furierových transformací. Její princip spočívá v definování přicházejících signálů pomocí souřadnic (x,y,z) , kterým odpovídají příslušné „směrové kosíny“ - ty následně definují bod na povrchu koule. Poté pomocí vektoru určíme směr právě k tomuto bodu (*tedy zdroji zvuku*). Velikostí zastoupení zvuku v daném kanále poté určí jeho směrovost.

Na *obrázku č. 21* vidíme, že nultému řádu (0th) odpovídá složka W (*všesměrová charakteristika*). Prvnímu řádu (1st) poté odpovídají právě složky x,y,z (*osmičková charakteristika*). Pro vytvoření výsledného B-formátu jsou tedy zapotřebí tři mikrofony s osmičkovou charakteristikou a jeden všesměrový mikrofon umístěné ve velmi blízké vzdálenosti (*blízce koincidenční*.) Osmičkové mikrofony jsou umístěny kolmo proti sobě, tak aby každá snímala určenou osu v akustickém poli. Všesměrový mikrofon po té snímá celkový akustický tlak v daném zvukovém poli - není ovlivňován směrovostí přicházejícího zvuku.



Obrázek č. 21: Grafické znázornění Ambisonic formátu nultého až třetího řádu.

SoundField A-Formát a B-Formát

U systém Ambispheric B-Formát je z praktického hlediska velmi složité provést naprosto přesné aplikování (*umístění a vzdálenosti mikrofonů*). Proto byla vymyšlena technologie A-formát, která nepracuje se třemi mikrofony osmičkové charakteristiky a jedním všesměrovým, ale využívá speciálně vyvinutou mikrofonní technologii zvanou *Carlec Sound-Field A-Formát*. Tato technologie používá **čtyři hyper-kardioidy**, které mezi sebou zaujímají speciální postavení. Výstupem jsou souřadnice A,B,C,D následujících parametrů:

- Mikrofonní vložka A – Azimut (45°), Elevace (35,3°)
- Mikrofonní vložka B – Azimut (135°), Elevace (-35,3°)
- Mikrofonní vložka C – Azimut (-45°), Elevace (-35,3°)
- Mikrofonní vložka D – Azimut (-135°), Elevace (35,3°)

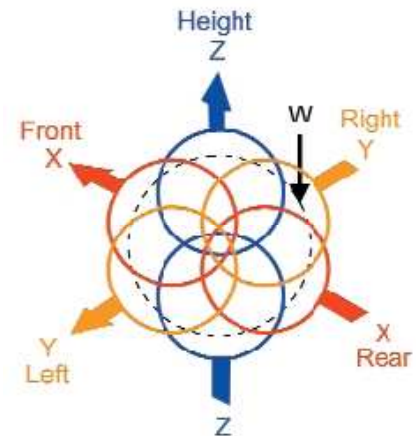
Abychom signál dokázali zpracovat do prostorových aplikací, je zapotřebí ho překódovat do systému Ambispheric B-formátu. Tento proces můžeme provést hardwarovou (*MKV procesor*) i softwarovou cestou (SurroundZone SPS200). Matice bude signál zpracovávat dle následujících rovnic (*tabulka č.3*):

<i>Převod A-formátu do B-formátu</i>	<i>B-formát (pro 4 x koincidenční mic)</i>
$W = 1/2 * (A + B + C + D)$	$W = 1 / \sqrt{2}$
$X = (A + C) - (B + D)$	$X = \cos (Azimut) * \cos (Elevace)$
$Y = (A + B) - (C + D)$	$Y = \sin (Azimut) * \cos (Elevace)$
$Z = (A + D) - (B + C)$	$Z = \sin s (Elevace)$

Tabulka č. 3: V prvním sloupci - vidíme matematické vztahy převodu mezi ambispheric A-Formátem a B-Formátem. V druhém - vidíme vztah směrových kosinů a výsledných souřadnic B-formátu.

Těmito převody tedy získáme prostorové souřadnice W, X, Y, Z, z kterých na základě matematicko-fyzikálních procesů vytvoříme virtuální mikrofon, díky kterému se dokážeme „pohybovat“ ve snímaném prostoru – tedy měnit jeho postavení a polární charakteristiky bez nutnosti fyzického přemístění systému (*obrázek č.22*).

- Osa X = ze předu do zadu (Front / Rear)
- Osa Y = zleva doprava (Left / Right)
- Osa Z = nahoru / dolů (height)
- W = všesměrová charakteristika, určuje Absolutní akustický tlak ze všech směrů



Obrázek č. 22: Znáznornění virtuálního pohybu prostorem

Nevýhodou této vícekanálové metody je nutnost umístit posluchače do prostoru odpovídajícímu umístění mikrofonu při záznamu či polohy zvukového mistra při postprodukčním zpracování (*tzv. sweet spot – technologie jednoho bodu*). V opačném případě bude docházet ke zkreslení prostorové informace (*orientace zvukového zdroje, poměr přímého a odraženého signálu, poměr mezi signály L-R a Ls-Rs!!!*)

2.2.2 KFM 360 Surround

Jedná se o vícekanálovou techniku, kde jsou mikrofony mezi sebou odděleny akustickou přepážkou. Systém se skládá z 24-bitové procesorové jednotky **DSP-4**, kulové mikrofonní hlavy **KFM 360** (*obsahující 2x tlakové snímače zvuku*) a dvou kompaktních **mikrofonů osmičkové charakteristiky** - například Schoeps CCM 8L (*obrázek č. 23*). Tento systém nabízí kombinace až do formátu 5.1. Virtuální vlastnosti vychází z matematických principů (*v maticových obvodech*) procesorové jednotky DSP-4. Fyzicky tedy systém snímá pouze 4mi mikrofony.



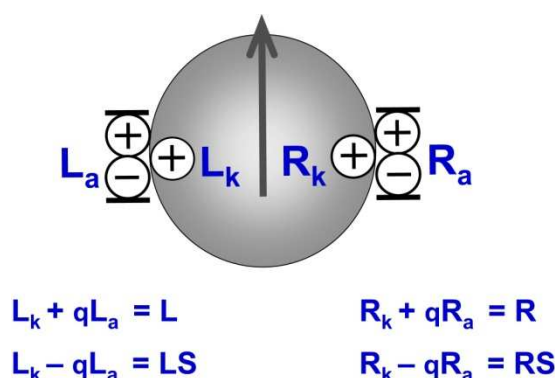
Obrázek č. 23: KFM 360 Surround

Procesor Schoeps DSP-4

Procesor DSP-4 využívá 2xMS matice, které nabízí digitální i analogové vstupy a výstupy s možností ekvalizačních úprav. Procesingové zpracování (*tedy úprava parametrů a vlastností*) může probíhat v reálném čase, ale také později v případné postprodukci s možností uložení a vyvolání vlastních presetů. Z řídicích parametrů je nejdůležitější zmínit:

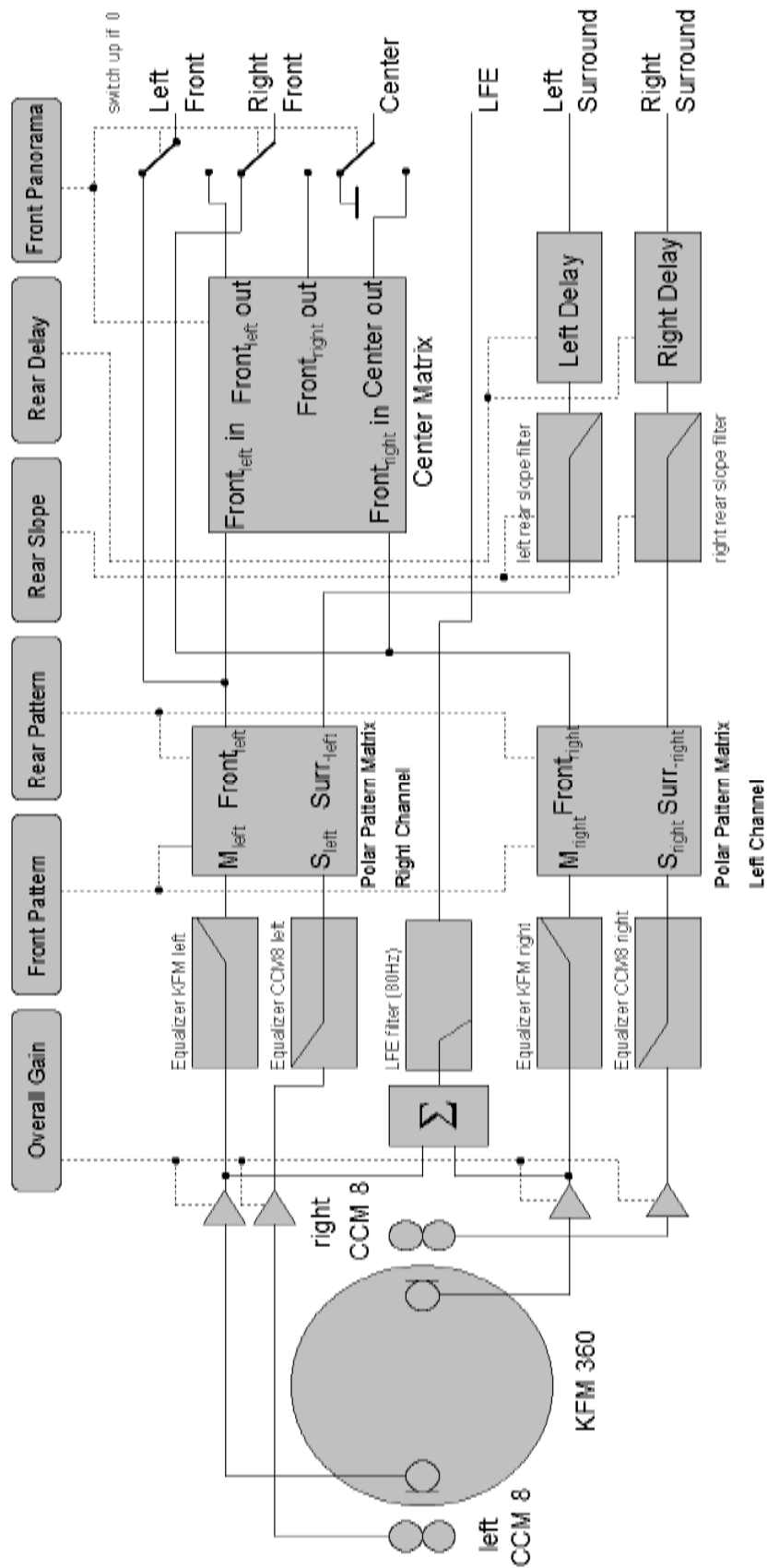
- šířka báze předních kanálů je samostatně ovladatelná
- nezávisle volitelná směrnost předních a zadních kanálů
- nastavitelná časová prodleva s low-pass filtrem pro zadní (*rear*) kanály
- rozhraní AES/EBU pro postprodukční zpracování (IN / OUT) - samplování od 44,1 do 48kHz při 24bit hloubce

Výstupy předních kanálů jsou sumací (*sečtením*) výstupů tlakových snímačů a mikrofonů s osmičkovou charakteristikou. Zadní kanály pak patřičným odečtením signálů (*Obr. č.24*).

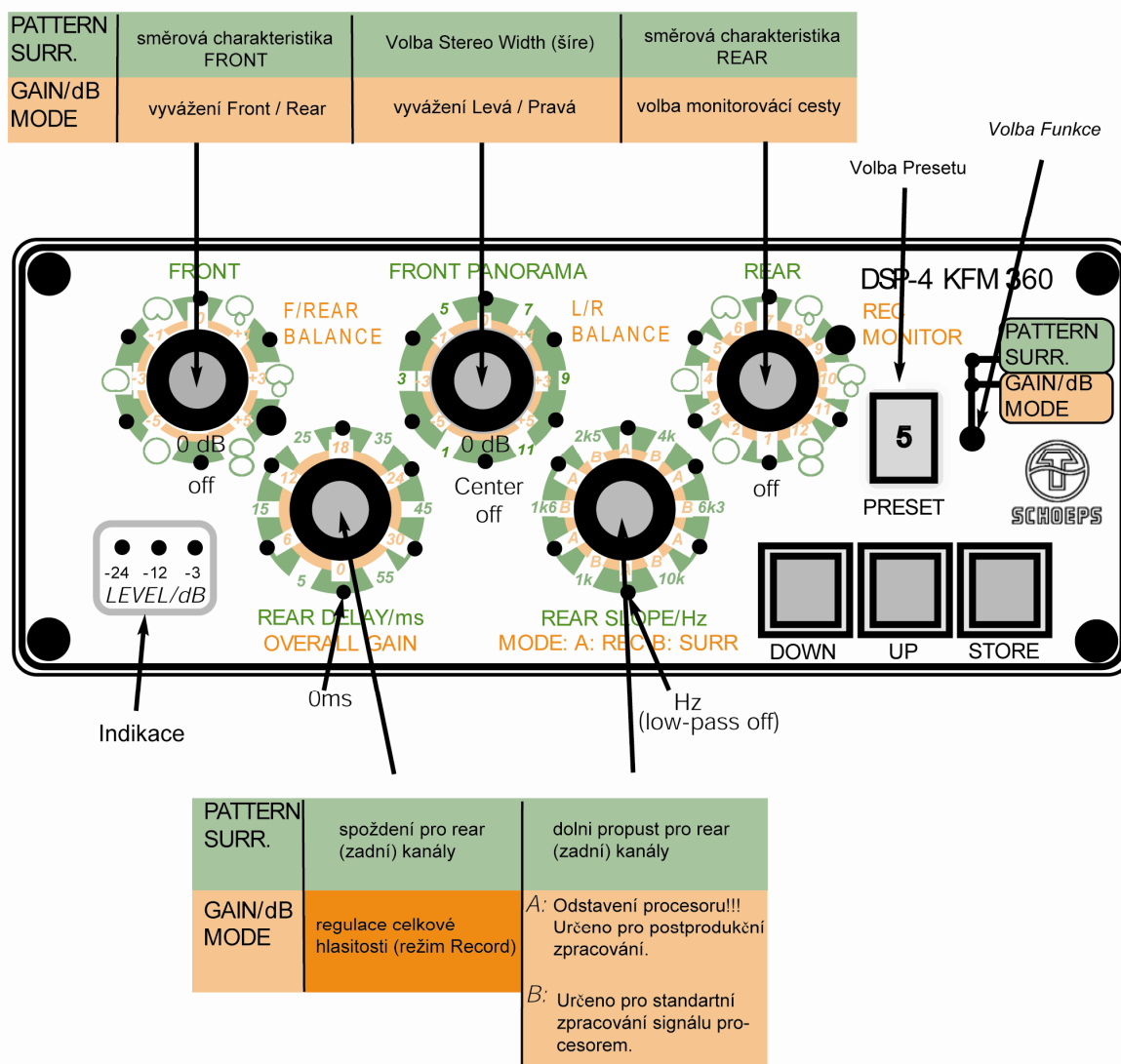


Obrázek č. 24: Výstupy ze systému KFM 360

Centrální kanál je odvozen pomocí matice. LFE signál je získán sumací (*součtem*) výstupů z tlakových snímačů $((L + R)/2)$ a obsahuje pouze nízkofrekvenční signály do 80Hz (filtr 24dB/Oct). Na jeho výstupu je poté sníženo o 6dB oproti celkové úrovni. Všechny několika-polohové přepínače mají navíc k hlavním funkcím možnost ještě ovládat sekundární parametry, například poměr předního a zadního zisku či přizpůsobení levo/pravé rovnováhy. Při samotném záznamu systém nabízí monitorování všech signálových cest (*fce. REC Monitor*) – až 12nást přednastavení pro monitorování. Na následujících obrázcích vidíme blokové schéma celého zařízení (*obrázek č.25*) a možnosti ovládání procesoru Schoeps DSP-4 (*Obrázek č. 26*).



Obrázek č. 25: Blokové schéma celého systému Schoeps KFM 360 Surround



Obrázek č. 26: Možnosti ovládání procesoru Schoeps DSP-4

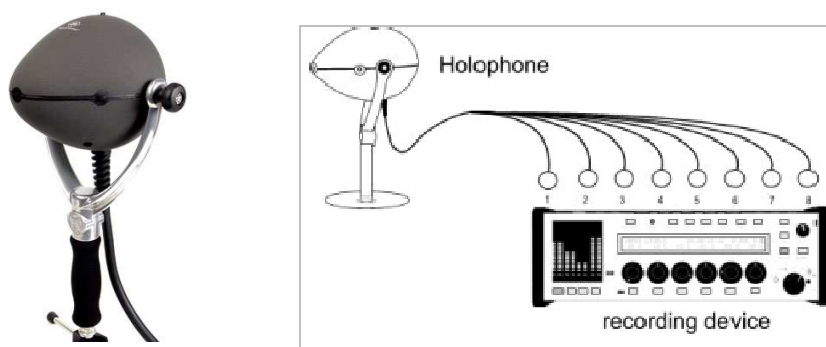
2.2.3 Holophone™

Jedná se o surroundový mikrofon s akusticky oddělenými mikrofonními vložkami pomocí přepážky. První prototyp je patentovaný v roce 1996, kdy kanadčan Mike Godfrey společně s kanadskou národní radou pro výzkum a vývoj vytváří prvo-počátkový systém **Holophone (H1)**, který se skládal ze dvou částí:

1. První je elipsoidní tvar simulující vlastnosti lidské hlavy. V sobě má zabudované všesměrové kondenzátorové kapsle (nejčastěji *Senheiser, DPA, Sony, Schoeps atd. – dle preferencí uživatele*). Jmenovitě tedy obsahuje mikrofonní vložky C, L, R, Ls, Rs, TopSurround (VOG) a samostatný mikrofon pro nízké frekvence (LFE).

2. Druhou složkou je sedmi kanálový předzesilovač s řídicím modulem PCM-7, který umožňuje změnu snímaných parametrů v reálném čase.

Nástupcem tohoto populárního systému jsou systémy **Holophone H2-5.1, H2 Pro 7.1, a H3-D** (*ekonomická varianta H2 5.1 s vylepšenými vlastnostmi pro snímání nízkých frekvencí*). Všechny tyto nové patentované technologie se liší od původního systému hlavně tím, že přestaly používat externí jednotku PCM-7. Jde tedy o **systém s přímým diskrétním výstupem všech kanálů** (obrázek č.27).



Obrázek č. 27: Systém Holophone H2 se záznamovým zařízením HHB PortaDrive

- Jako hlavní mikrofony, jsou využívány **všesměrové kondenzátorové vložky DPA 4060** především pro jejich fyzikální vlastnosti. - Zejména hladina akustického tlaku dosahující hodnoty kolem 134dB s ekvivalentní hladinou hluku kolem 23dBA.
- Systém vyžaduje naprosto **přesné a stabilní napájení 48V!!!** Mnoho uživatelů uvádí problémy s pískáním či velkým šumem, při použití s nepříliš kvalitními předzesilovači (uváděný příklad *kontroler Avid Control/24*) - **doporučovány předzesilovače GML, Neave, Harrison či SSL.**
- Nejrozšířenější je osmi kanálová verze H2-Pro (7.1), která nabízí kompatibilitu se všemi surroundovými kódovacími i dekódovacími formáty (Dolby, DTS, Circle Surround, IMAX atd.) respektive 5.1, 6.1 i 7.1 [Left, Centr, Right, LeftSurround, RightSurround, Center Real (ES a EX), TOP (IMAX) a samostatný kanál LFE].
- Pro případné postprodukční zpracování se využívá vývojový plugin dodávaný speciálně firmou Holophone „SurCode™“ pro Dolby® a Dolby Pro Logic® II



V současné době jde patrně společně se systémem Carlec Soundfield o nejrozšířenější systém pro nahrávání vícekanálových filmových atmosfér a hudebních aplikací v praxi.

- *Atmosféry* – např. Milionář z chatrče, Nestyda – Hřebejk, filmy Olivera Stonea
- *Hudba* – např. live koncerty Bob Marley, Dave Matthews band.

2.2.4 DPA 5100 (5.1 Surround microphone)

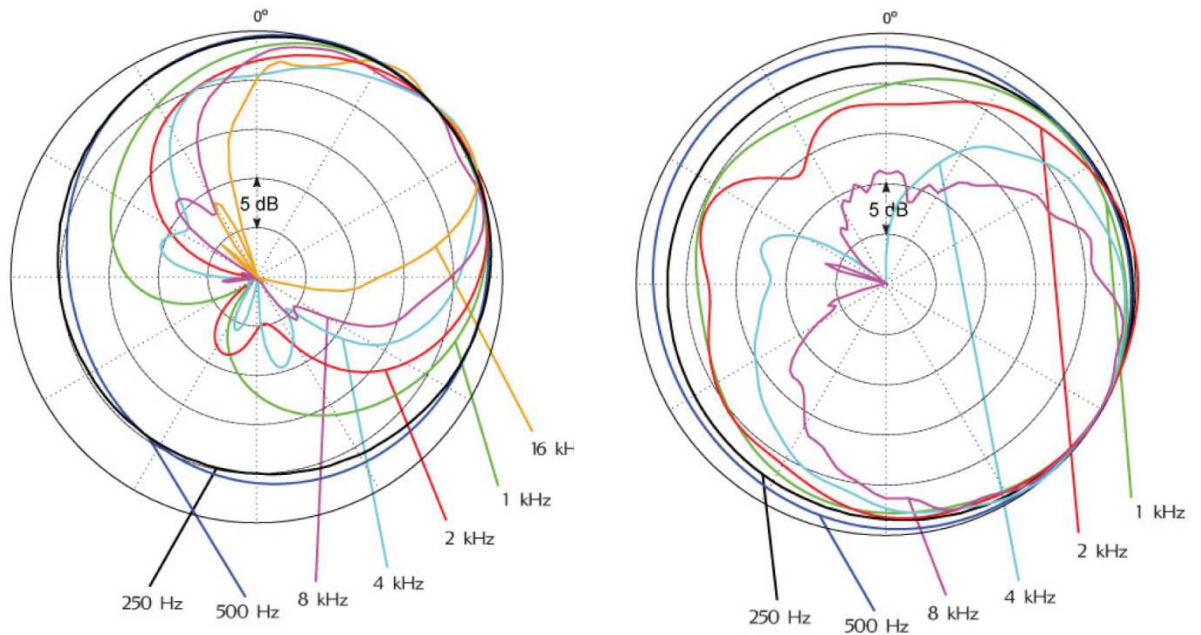
Jedná se o surroundový mikrofon, který obsahuje pět miniaturních kondenzátorových mikrofonních vložek všesměrové charakteristiky. Kanálového rozdělení a směrovosti se dosahuje patentovanou technologií zvanou **Directional Pressure Microphone** neboli **DiP-Mic™**. Jde tedy o směrový mikrofon, závislý na tlakové citlivosti, který využívá akusticky vytvořených interferenčních labyrintů ke kulovým vložkám (*obrázek č. 28*).



Obrázek č. 28: DPA 5100 s přidaným středovým (C) mikrofonem úzce směrové charakteristiky

- Správných poměrů mezi mikrofonními vložkami (*s tím spojené výstupní kanály*) je dosaženo akusticky upravenými zástěnami interferenčních labyrintů.
- Šířka snímaného úhlu je udávána mezi 120° a 150°.
- Přední kanály L, C, R jsou fázově (*časově*) seřízeny tak, aby nedocházelo ke vzniku hřebenového filtru a přitom byl zachován kmitočtový poměr při down-mixu na stereo či mono - Příklad polární charakteristiky odpovídající kanálům R (*Pravá přední*) a R_S (*Pravá surround*) vidíme *na obrázku č. 29*.
- Zadní efektové kanály **L_s, R_s jsou mezi sebou vzdáleny 18,5cm** (*průměrná vzdálenost mezi levým a pravým uchem*). Navíc zajišťují snímání nejnižších frekvencí v prostoru.

- LFE kanál je zde zajištěn elektronickým obvodem a to tak, že výsledek součtu hlavních kanálů L a R je utlumen o 10dB a omezen low-pass filtrem nastaveným na 120Hz.
- Kanál C – může být nahrazen jiným mikrofonem (*například šibenice, nebo úzce směrový mikrofon – viz. obrázek 28*).
- Výstupem je šest diskretních kanálů s možností vstupu externího kanálu C

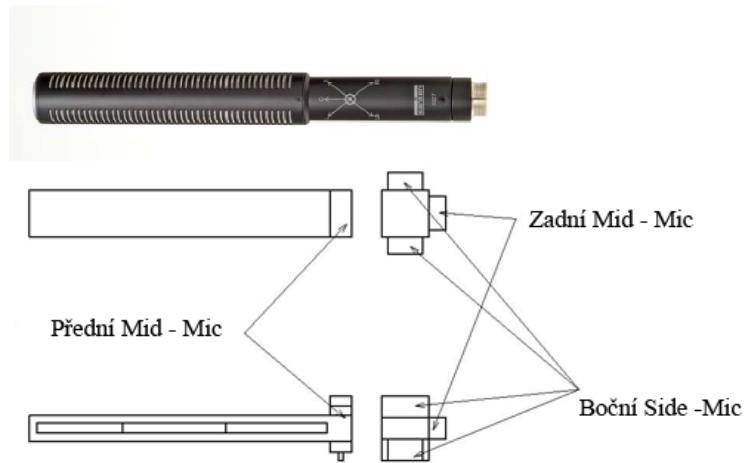


Obrázek č. 29: Polární charakteristika pravého předního (levý obr.) a pravého zadního (Pravý obr.) kanálu.

Na polárních charakteristikách vidíme, že pravý surroundový kanál (*obrázek v pravo*) začíná být oproti přednímu směrový až pro frekvence v rozmezí 2000-4000Hz.

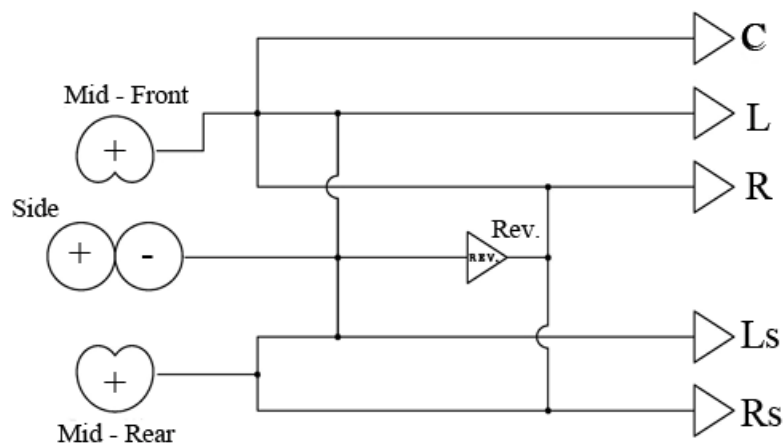
2.2.5 Sunken WMS5 - Double MS jako vícekanálový mikrofon (5.0 surround)

- Systém se skládá ze dvou mikrofonů kardioidní charakteristiky [front Mid (Mf), Rear Mid (Mr)] a jednoho mikrofonu osmičkové charakteristiky [Side (S)]
- Snímaný stereo úhel L-R a LS-RS je 120°
- Mikrofonní vložky jsou umístěny na společné svislé ose - nedochází tak k časovým rozdílům při příchodu zvukové vlny (*obrázek č. 30*)



Obrázek č. 30: Mechanické uspořádání mikrofonních vložek u systému WMS5

- Uvnitř mikrofonu zabudovaný maticový obvod, který zajišťuje patřičný pěti-kanálový výstup (obrázek č. 31)



Obrázek č. 31: Schematické zpracování signálu v mikrofonu WMS5

- Výstupem z maticového obvodu je tedy pět kanálů získaných na základě následujících rovnic:

$$\begin{aligned}
 L &= M_f + S & LS &= M_r + S & C &= M \\
 R &= M_f - S & RS &= M_r - S & &
 \end{aligned}$$

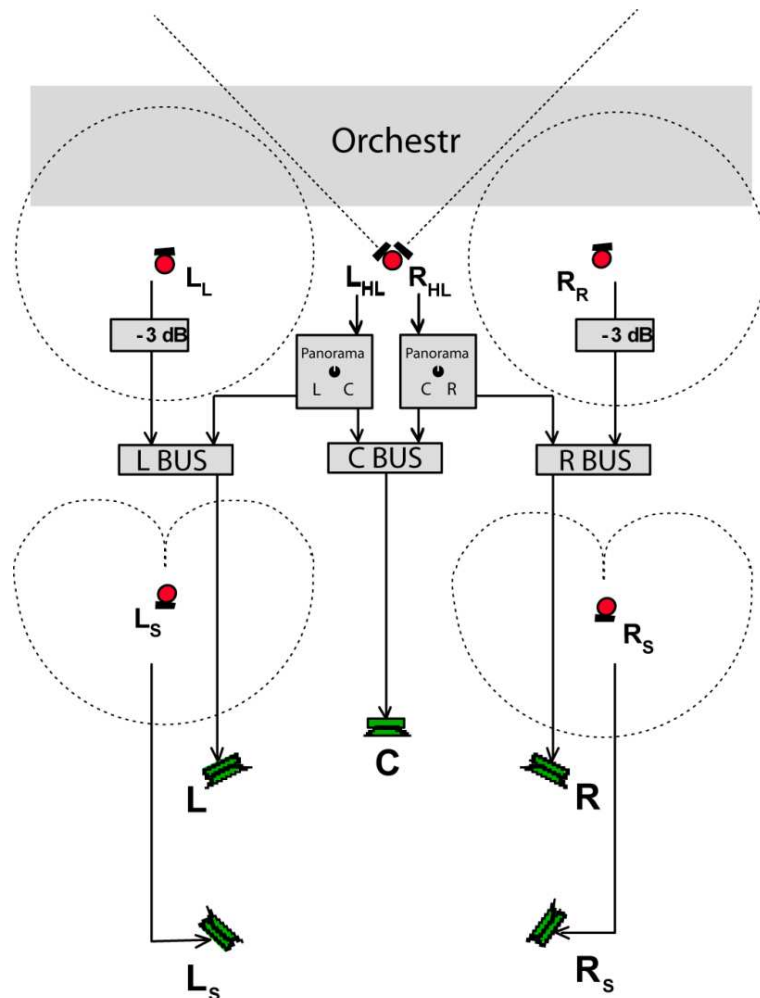
- Při mixu pouze dvou kanálů nedochází ke generování dephasingu (rozptylu signálu), protože kapsle nemají potřebné vzájemné časové rozdíly.

2.3 Vytvoření prostorového zvukového obrazu pomocí - postprodukčního zpracování základních stereofonních technik

- Založeno na kombinaci základních stereofonních technik (*XY a AB*).
- Vyžadují větší technickou přípravu před samotným nahráváním (*rozmístění jednotlivých stativů s mikrofony a jejich umístění v prostoru*).

2.3.1 Vícekanálový záznam vytvořený kombinací metod AB a XY

Tato metoda vychází z kombinace mikrofonních technik A/B stereo a XY stereo. Pomocné mikrofony L_L a R_R jsou všesměrové charakteristiky. Surroundové mikrofony (kardioidy nebo všesměrové) musíme nasměrovat tak, aby nesnímaly přímý signál, ale odražený. Výsledné zpoždění (časový rozdíl udávaný v ms) mezi předními a zadními mikrofony vytvoří informaci o daném prostoru (*Obrázek č. 32*).



Obrázek č. 32: Schéma využití stereofonní techniky AB a XY v praxi

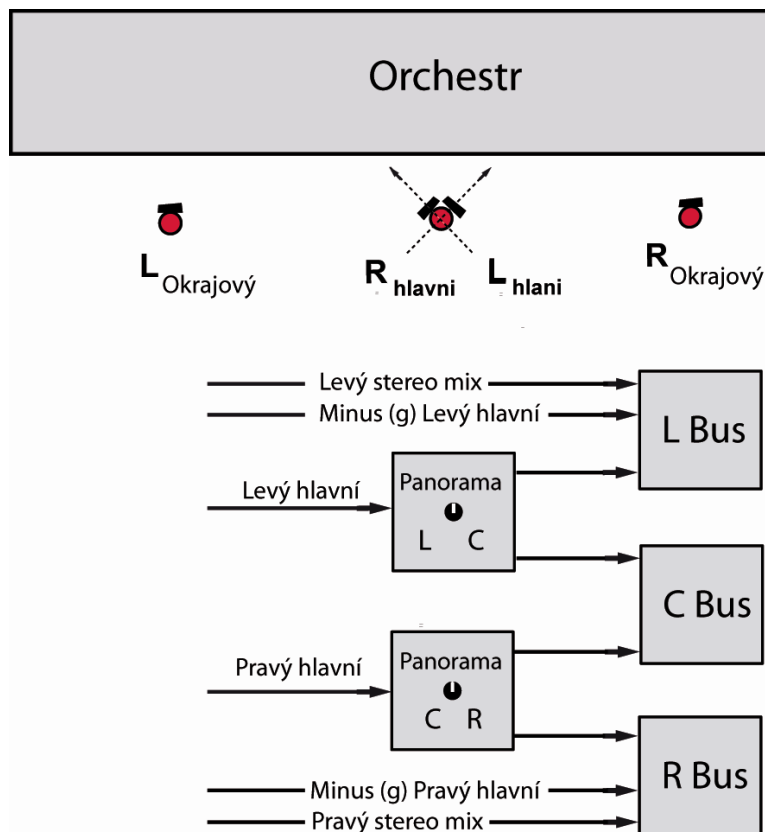
Principiálně si nejprve vytvoříme centrální kanál C a to za pomoci potenciometru panoramy mezi centrem a krajními polohami. Výsledný poměr pošleme do sumačních sběrnic BUS C, L, R. Do signálových sběrnic L a R ještě přimícháme okrajové mikrofony L_L a R_R tak, že oproti hlavnímu páru snížíme jejich relativní poměr (*cca kolem -3dB*). K výslednému LCR obrazu přimícháme na mixážním stole ještě Surroundové kanály L_s a R_s (*Obrázek č.32*)

Modifikaci této metody vymyslel John Eargle, který kombinaci mikrofonních technik XY a AB dosáhl současně 2-kanálového záznamu (*například pro CD*) a záznamu základních prvků potřebných pro vícekanálové zpracování. Pro záznam je zapotřebí obstarat 6-kanálový rekordér (*původní metoda 8-stop, kde 2 navíc byli používány pro sumační záznam s větší bitovou hloubkou*). Stopy jsou řazeny v následujícím pořadí s patřičnými úpravami:

1. Zaznamenat L - levý stereo mix (L_H - levý hlavní + (g) L_O - Levý okrajový)
2. Zaznamenat R - Pravý stereo mix (R_H - pravý hlavní + (g) R_O - Právý okrajový)
3. Zaznamenat LH - Levý hlavní
4. Zaznamenat RH - Právý hlavní
5. Zaznamenat LS - Levý Surround
6. Zaznamenat RS - Právý Surround

(g) – jedná se o relativní pojem mezi okrajovými mikrofony a přední dvojicí XY Stereo - nejčastěji v úrovni mezi -3dB až -5dB. V tomto systému také potřebujeme jeho zápornou hodnotu (-g), která nám dále poslouží pro odstranění signálů L_H a R_H z hlavního stereo mixu. - Dosáhneme toho nastavením stejné úrovně (g) jako při záznamu hlavního páru, ale v proti-fázi. Na to můžeme použít přepínače pro změnu fáze v postprodukčním zařízení, popřípadě podobného výsledku můžeme dosáhnout využitím symetrického kabelu, který má na jedné straně otočené piny 2 a 3 (*tedy 1-1, 2-3, 3-2*).

Pro dvou kanálové aplikace využijeme levého a pravého stereo mixu (L_H , levý hlavní + (g) L_O , Levý okrajový; R_H , pravý hlavní + (g) R_O , Právý okrajový). V postprodukci následně odečteme L_H a R_H z hlavního stereo mixu, tak aby byly opět vytvořeny pomocné stopy L_O a R_O . Pomocí panoramy mezi okrajovými oblastmi L_H a R_H a Centrem přes sumační sběrnice (L,C,R Bus) vytváříme základní obraz L,C,R (*Obrázek č. 33*).



Obrázek č. 33: Metoda současného 2 a 5 kanálového záznamu dle Johna Eargla

Abychom dosáhli surroundového obrazu, je zapotřebí v postprodukci k základnímu přednímu obrazu LCR přimíchat na mixážním stole ještě surroundovou informaci, kterou získáme z mikrofonu L_S a R_S (všesměrová či kardioidní charakteristika – dle vlastností snímaného prostoru a záměru zvukového mistra). Rozmístění a poměr mezi předním LCR a zadními L_S a R_S je čistě na subjektivním pocitu zvukového mistra. Dojem prostorovosti vznikne rozdílným časovým zpožděním přicházejícího signálu (od zdroje zvuk) na přední a zadní mikrofony. Efektového kanálu LFE (tedy 0.1) se v klasické hudbě příliš nevyužívá (chybí adekvátní obsah). Pokud však najde zvukový mistr v praxi pro něj uplatnění, lze ho získat v postprodukcích, obvyklými způsoby dle platných norem.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 ZÁZNAM A POSTPRODUKČNÍ PRÁCE SE SYSTEMEM SOUNDFIELD MKV.

MKV systém (*Obrázek č. 34*) se skládá ze dvou samostatných částí (*nedokážou pracovat samostatně*). První zařízení je procesor / mikrofonní předzesilovač SoundField MKV a druhé je samotný mikrofon. Celý systém poskytuje zobrazení akustických událostí pomocí 3 rozměrů pocházejících z jednoho bodu. Tento princip odlišuje toto zařízení od systémů snažících se zachytit prostorový zvuk z více mikrofonů rozmístěných v prostoru. Jeho výstupem jsou tedy 4 souřadnice W/X/Y/Z (*tzv. B-Formát*), které nabízí uživateli „pohyb“ a změny orientace v prostoru právě prostřednictvím technologie jednoho bodu (*Ambisonic*).

- W = všesměrová charakteristika, určuje absolutní akustický tlak ze všech směrů
- Osa X = zepředu dozadu (Front / Rear)
- Osa Y = zleva doprava (Left / Right)
- Osa Z = nahoru / dolů (height)



Obrázek č. 34: SoundField MKV Microphone system

Z praktického hlediska je velmi důležité odlišit od sebe dva rozlišné způsoby zpracování signálových cest z tohoto systému:

1. Možnosti zpracování signálových cest při samotném záznamu
2. Možnosti zpracování signálových cest pro využití ve vícekanálových systémech

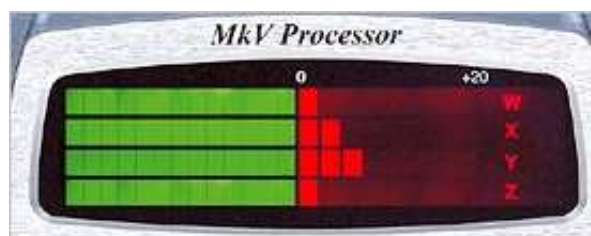
3.1 Možnosti zpracování signálových cest při samotném záznamu

Je důležité si uvědomit, že hlavním úkolem MKV procesoru je optimalizace vstupních signálů z mikrofonních vložek a následný převod z Ambispheric A-formátu do B-formátu. Možnosti přímých virtuálních změn tohoto mikrofonního systému při záznamu využijeme především pro aplikace, kdy výsledným formátem bude některá ze základních stereofonních technik. U nich můžeme měnit nejen šířku snímaného úhlu, ale i vlastnosti polárních charakteristik či úhly náklonu s polohami pootočení celého systému kolem bodu snímání (*vertikální osa*). Fyzicky máme tedy k dispozici výstupy:

- **Levá (L), Pravá (R)** – pro stereofonní aplikaci XY a její modifikace
- **MS Stereo** – kdy Levá (L) = Mid, Pravá (R) = Side - výsledné zpracování je potřebné provést v matici záznamového systému, popřípadě v postprodukcii.
- Výstupy Ambispheric **B-Formátu W, X, Y, Z** – které můžeme ovlivnit nastavením systému popřípadě je můžeme nahrát v čisté podobě (*Volba tlačítkem TAPE*)

Vstupní předzesilovač

Výstup z mikrofonního systému (*4 kapslí*) je do MKV procesoru veden pomocí 12pinového kabelu, které firma SoundField nabízí ve velikostech od 5 do 100 metrů. Hlavním úkolem vstupního předzesilovače je obstarávání fantomového napájení pro kondenzátorové kapsle a úprava vstupních úrovní do zařízení. Ty nastavujeme v sekci **INPUT** (*obrázek č. 35*) polohovým přepínačem **Gain** (krok po 10dB – Max. 30dB) a potenciometrem jemného doladění **Fine Gain** (v rozsahu + / - 10dB) - výstupní úrovně vidíme zobrazené pomocí LED Displaye (*obrázek č. 36*).



Obrázek č. 36: LED Display MKV procesoru

Obrázek č. 35: Kde, **A** – Polohový přepínač GAIN, **B** - Potenciometr jemného doladění Fine Gain

Při úpravě vstupních úrovní si musíme uvědomit přímou úměru s umístěním mikrofonu v akustickém poli, protože vstupní úroveň pro všechny mikrofony je společná. Z toho plyne, že je důležité zvolit adekvátní polohu vůči přímým a odraženým signálům.

Při testech které jsem prováděl ve Filharmonii Bohuslava Martinů ve Zlíně, jsem byl velice omezen právě volbou prostoru pro mikrofony. Ty jsem umístil přibližně 1m za dirigenta (*obrázek č. 37*) – což by ve standardních podmínkách bylo více než vyhovující, ale vzhledem k dvěma atypickým železobetonovým sloupům na koncertním podiu, docházelo často k akustickému stínění hráčů hrajících za zorným úhlem mikrofonu (*u větších hudebních těles*).



Obrázek č. 37: Umístění SoundField MKV ve Filharmonii Bohuslava Martinů Zlín

Nestandardní umístění mikrofonu

Pokud by z nějakého důvodu nebylo možné umístit mikrofon v klasické poloze z pohledu diváka, můžeme jeho orientaci funkcemi **END** a **INVERT** ovlivnit dodatečně na procesoru tak, aby systém zpracovával výstupní informace dle žádaných kritérií (*Obrázek č.38*).



Obrázek č. 38: A – (End) Nutno sepnout, pokud je mikrofon ve vodorovné poloze od zdroje (logo dolů).

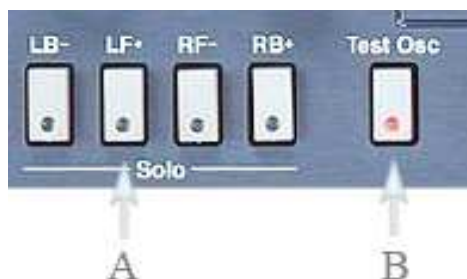
Umožní úhly a šířku snímat stejně jako by byl ve svislé poloze.

B – (Invert) Tlačítko invert, je nutné zmáčknout, pokud je mikrofon otočen svisle dolů, popřípadě s kombinací funkce (End) kdy dojde z nějakého důvodu k přetočení loga směrem nahoru.

Monitoring & Filtrace

- Monitorování signálu z jednotlivých mikrofonních kapslí (4 mikrofony) pomocí příslušných tlačítek umístěných ve vstupní sekci **INPUT** v podskupině **SOLO** (Obrázek č. 41)
- Přepínání funkce monitorování LED zobrazovačem pomocí tlačítka **STEREO MONITOR** (umístěné pod displayem). To nabízí měření výstupních úrovní u L/R Stereo + M/S a souřadnicemi B-formátu W,X,Y,Z
- Filtrace pásma pod 40Hz (Tlačítko „40“) pomocí filtru 18dB / Oktávu (pak odpovídá -18dB dB u 20Hz a -36dB u 10Hz)

Pro monitorování můžeme následně použít sluchátkový výstup (*doporučovaná impedance 400 ohmů*) nebo pomocí hlavních výstupů zařazených do záznamové cesty - tedy ze záznamového zařízení nebo mixážního pultu. Aby byla zaručena normalizace výstupní úrovně se záznamovým zařízením, je procesor SoundField MKV opatřen tlačítkem **TEST** (Obrázek č. 39), které do hlavních výstupu generuje tón 1kHz o úrovni 0dBm.



Obrázek č. 39: A –fce. Solo pro jednotlivé mikrofonní kapsle, B – generátor kontrolního tónu

3.2 Možnosti zpracování signálových cest pro využití ve vícekanálových systémech

Firma SoundField nabízí pro převody mezi Ambisionic B-formátem a vícekanálovými systémy dvě řešení.

1. Prvním řešením je využití postprodukčního procesoru **SoundField SP-451**
2. Druhým je použití postprodukční VST/RTAS plaginy, která dokáže zpracovat nejen systém Ambisionic B-Formát, ale i Ambisionic A-Formát pro který je speciálně navrhnut mikrofonní systém SoundField SP200.

3.2.1 Zpracování pomocí procesoru SoundField SP-451

Výstupem ze systému SP-451 (obrázek č. 40) mohou být veškeré známe formáty od jednokanálového „mona“ až po 7.1 kanál. Jeho největší předností je intuitivní a efektivní ovládání bez nutnosti využití jakékoliv počítačové aplikace.



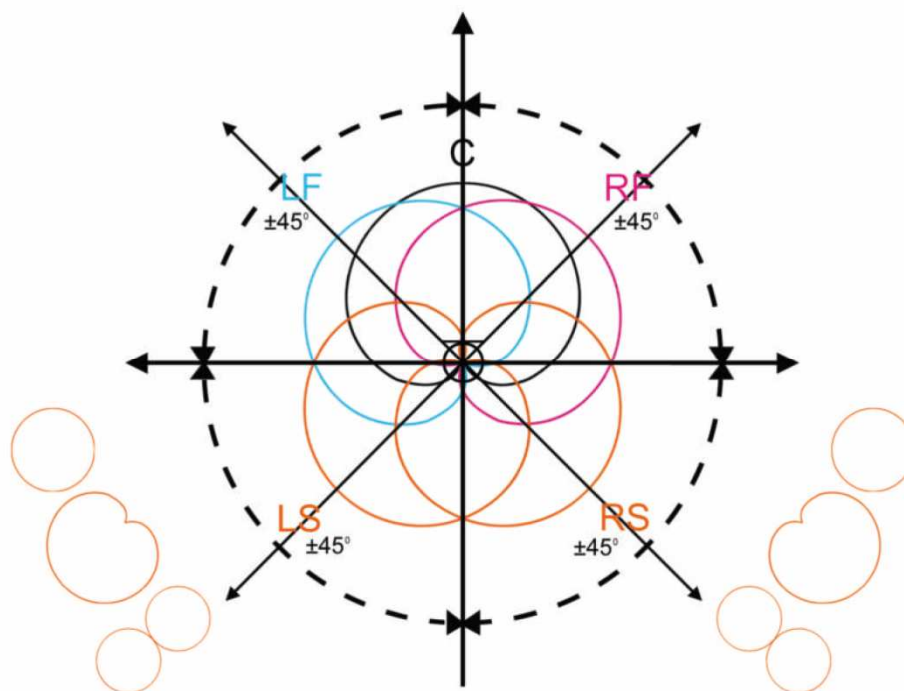
Obrázek č. 40: Postprodukční procesor SoundField SP-451

Jeho ovládací prvky nabízí (obrázek č. 41):

- Ovládání vstupní hlasitosti B-formátu s grafickou indikací (společné pro W/X/Y/Z)
- Nastavení Front Width (přední šířka) – symetrická změna úhlu snímání mezi předním levým a předním pravým virtuálním mikrofonom o $\pm 45^\circ$ (Obrázek č.41-42)
- Nastavení Rear Width (zadní šířka) - symetrická změna úhlu snímání mezi zadním levým a zadním pravým virtuálním mikrofonom o $\pm 45^\circ$ (Obrázek č. 41-42)
- Rear Focus (Zadní zaostření) – umožňuje změnu polární charakteristiky zadního páru



Obrázek č. 41: Panel základního nastavení procesoru SoundField SP451



Obrázek č. 42: Možnosti virtuálních změn polární charakteristika systému SoundField SP451

Velice důležité je použití tzv. **Surround Mode MAP (Microphone Array Pattern)** selektorů. Jedná se o speciální kartu, která vytváří předdefinovanou kombinaci směrové charakteristiky. Systém je standardně vybaven kartou 5.1 kardioid, ale můžeme ho dále rozšiřovat kartami s různými charakteristikami či vícekanálovými výstupy (př. karta 7.1MAP). Pomocí přepínače pak můžeme provádět rychlou změnu mezi max. třemi kartami s rozlišnými vlastnostmi virtuálního prostorového mikrofonu a počtem výstupních kanálů.

3.2.2 Zpracování pomocí postprodukčního softwaru SurroundZone

Firma SoundField vyvinula pro zpracování Ambispheric B-formátu v DAW (*Digital Audio Workstation*) speciální software **SURROUND ZONE SPS200**. Tento VST/RTAS plugin je určen především pro přímé zpracování A-formátu z mikrofonu **SoundField SP200**. Pro trh však byla vyvinuta i aplikace pro zpracování klasického Ambispheric B-formátu, která nabízí výstupní modifikace od jednonálového „mona“ až po 7.1 kanál.

„Vzhledem k omezeným možnostem jsem pro své testy použil aplikaci 5.1 v základním routingu (směrování) formátu „FILM“ (doporučovaný výrobcem)“

3.2.2.1 Routing (směrování) a nastavení DAW

Protože výrobce počítá s převážným využíváním tohoto softwaru pro filmové aplikace, doporučuje nastavení signálových cest podle tzv. „**Film**“ **Formátu** vycházejícího ze standardních norem firmy Dolby - dle následující tabulky:

Film formát	OUT 1	OUT 2	OUT 3	OUT 4	OUT 5	OUT 6	OUT 7	OUT 8
5.1	L	C	R	L_S	R_S	LFE		
6.1	L	C	R	L _S	C _S	R _S	LFE	
7.1	L	L _M	C	R _M	R	L _S	R _S	LFE

Protože jsem postprodukční práce prováděl na *DAW ProTools 9.02 HD2* s převodníky *Avid 96I/O a kontrolérem FocusRite Avid C/24*, musel jsem provést v základním Routingu (*směrování*) několik zásadních úprav:

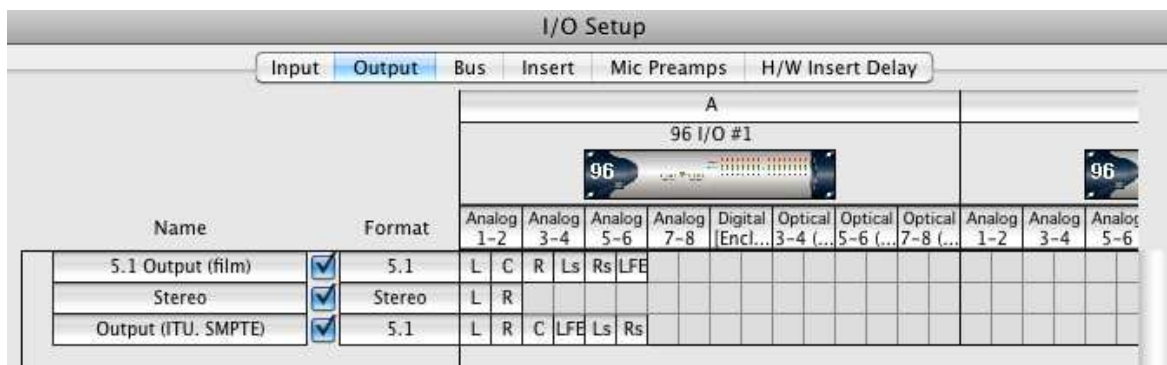
1. **Kontrolér C/24** je normovaný pro vícekanálový formát odpovídající normě

SMPTE/ITU (*pro 5.1 Surround*) kde výstupy z kontroléru odpovídají:

- **1,2 = L, R - (film format L,C)!!!**
- **3,4 = C, LFE (Sub) - (film format R, L_S)!!!**
- **5,6 = L_S, R_S - (film format R_S, LFE)!!!**

Pomocí hardwarového *PATCH-PANULU* musíme provést přesměrování signálů do monitorových cest tak, aby mi při průchodu signálových cest „Film“ formátu (z *Protools*) kontrolérem C/24 (*standart SMPTE/ITU*) odpovídala orientace monitorů, dle platné vícekanálové normy („*FILM*“).

2. Nastavení I/O Setup v systému ProTools dle formátu „FILM“. Na *obrázku č. 43 a 44* pro ukázkou uvádím srovnání I/O „film“ formátu s I/O SMPTE/ITU a routingu v BUS.



Obrázek č. 43: OUTPUT v I/O Setup pro nastavení pluginy SoundField SurroundZone



Obrázek č. 44: Routing BUS v I/O setup pro nastavení pluginy SoundField SurroundZone

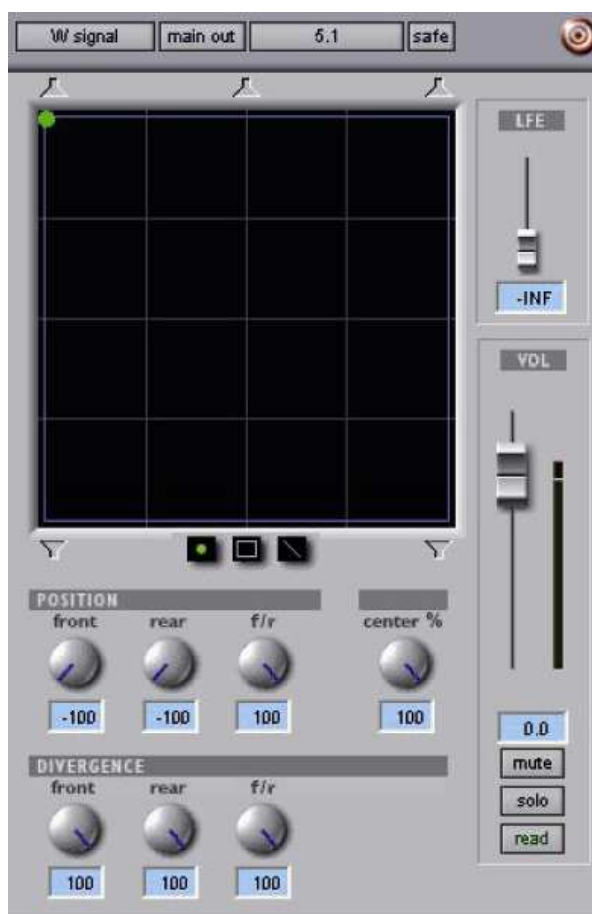
Vývojáři firmy SoundField pro účely správného nastavení *I/O Setup a BUS Setup v Pro-Tools* vytvořili template *szone5_1example.pts*, který si může uživatel volně stáhnout na jejich stránkách, popřípadě je k dispozici na přibaleném DVD této práce. Tento template, nakopírujeme do vybraného adresáře, který jsme určili pro založení nového projektu. Současně se správným nastavením všech I/O Setupů se nám vytvoří čtyři základná audio stopy W/X/Y/Z s výstupní vícekanálovou AUX sběrnicí ve které máme v INSERTU zařazený plugin *SurroundZone* (obrázek č. 45)



Obrázek č. 45: Ukázka projektu vytvořeného z template *szone5_1example.pts*

Routování (*směrování*) výstupů mono stop do vstupu 5.1 bus můžeme manuálně nastavit pomocí surroundového panorámování. Pokud bychom pracovali s formáty 6.1 či 7.1 surround je třeba provést odlišné nastavení, než jaké vidíme na *obrázku č. 46*, kde:

- W-stopa: panorama nastavena na přední levá (front -100, rear -100, f/r 100)
- X-stopa: panoráma nastavena na přední centr (front 0, rear 0, f/r 100)
- Y-stopa: panorama nastavena na přední pravá (front 100, rear 100, f/r 100)
- Z-stopa: panoráma nastavena na zadní levá (front -100, rear -100, f/r -100)



Obrázek č. 46: Plugin surroundového panorámování (projekt založený s teplete `szone5_lexemple.pts` nebo při zakládání projektu v `5.Ifilm`). Vidíme nastavení routingu pro W-stopu (front -100, rear -100, f/r 100)

3.2.2.2 Možnosti nastavení softwaru SurroundZone



V praxi se můžeme setkat s verzí pro zpracování signálu Ambisonic A-formát Surround-Zone SPS200, která je výhradně určena pro zpracování přímých (*live & záznam*) signálových cest z mikrofону **SoundField SP200**.

Pro naše použití využijeme softwarovou pluginu SoundField **SurroundZone B-format**, která pracuje pouze se signály Ambisonic B-formátu. Tedy signálů ze zařízení **MKV Microphone System** nebo **SPS422B Microphone systém**.

Signály B-formátu, které jsem zaznamenal, jsou kvůli objektivitě neovlivněné **SoundField Control** sekcí a odpovídají tedy čistému záznamu z prostoru (*ovlivněn pouze vstupním předzesilovačem na MKV*). V praxi se můžeme setkat ještě s řešením, kdy zvukový mistr přimíchává k hlavnímu obrazu 5.1 surround stereo mix, který vytvořil při záznamu MKV procesorem do samotných stop. Tato metoda nachází své uplatnění například při koncertech sólových interpretů, jejichž hudební výkony jsou v porovnání s dynamickým rozsahem orchestru velmi slabá. Tedy pokud je zapotřebí srovnat tíše hrající nástroje s orchestrem.

Vstupní sekce SurroundZone (Obrázek č. 47)

Vstupní úroveň (*level Control*) – Slouží pro nastavení vstupního zisku ze všech čtyř kanálů B-formátu současně. Rozsah nastavení je od -30dB do +10dB.

- **Funkce Invert**  - Jeli mikrofon otočen nad zdrojem zvuku ve vertikální ose. Dojde k otočení prostorové informace o levo/pravé a nahoře/dole orientaci. Nutno aplikovat jen pokud nebyla tato funkce použita při záznamu!!!
- **Funkce END FIRE**  - Pokud je mikrofon proti zdroji zvuku otočen v horizontální ose. Dojde k otočení prostorové informace o nahoře/dole a vepředu/vzadu orientaci. Stejně jako u fc. Invert je nutné tuto funkci aplikovat, pouze pokud nebyla použita při samotném záznamu, jinak dojde k vyrušení funkce!!!



Obrázek č. 47: Vstupní sekce softwaru SurroundZone. (**INPUT LEVEL, INVERT, END FIRE**).

Na následujícím *obrázku č. 48* vidíme hlavní ovládací prvky (*SoundField Controls*) softwaru SoundField SurroundZone, které nabízejí stejné možnosti ovládnání jako hardwarové řešení SoundField MKV Procesor (*ROTATE, TILT, ZOOM, REAR PATTERN, FRONT & REAR WINDTH*).



Obrázek č. 48: Ovládací sekce softwaru SurroundZone

Rotate (kroužení, otáčení) – umožňuje pohyb kolem vertikální osy o 360° bez ztráty prostorové informace (*kolem systému jednoho bodu*).

- **Ukázka 1 a 2:** Mikrofon umístěn mezi houslemi a banjem
- **Ukázka 1: Rotate 0°** - při Tilt 0°, Zoom 0, Rear Patter Ledvina, Front & Rear width 60°. Housle hrají z předního systému LCR a Banjo ze zadních L_s a R_s.
Ukázka 2: Rotate 180° - (ostatní nastavení jako u Ukázky 1). Housle hrají ze zadních reproduktorů L_s a R_s a banjo z předních LCR.
- **Ukázka 3 a 4 :** Mikrofon umístěn mezi orchestrem a diváky
Ukázka 3: Rotate 0° - při Tilt -7°, Zoom -0,2 (posunuti dále od podia), Rear Patter Ledvina, Front Width 49° (zúžení na solistu), Rear Width 120°. Potlesk diváků orientován do zadního páru s odpovídající informací o prostoru. Sólistka v předním obraze LCR společně s orchestrem.
Ukázka 4: Rotate 180° - (ostatní nastavení jako u Ukázky 1). Orientace otočena tak, jakoby diváci byli na podiu a Sólistka zpívala z hlediště.

TILL (Naklonění) – umožňuje naklonění zvukového obrazu v horizontální ose o +/- 45°.

ZOOM (zvětšení, přiblížení) – umožňuje pohyb v předo/zadní prostorové informaci po horizontální ose.

- **Ukázka 5 a 6:** Mikrofon umístěn mezi orchestrem a diváky

Ukázka 5: ZOOM (-1), při Rotate 0°, Till -7°, Rear Pattern Ledvina, Front Width 49° (zúžení na solistu), Rear Width 120°. Téměř celá reprodukce je posunuta do zadních kanálů. Slyšíme téměř absolutní rozptyl zvuku v prostoru, ale dokážeme lokalizovat směr zpěvu sólistky (levá strana od centra).

Ukázka 6: ZOOM (+1) při stejných parametrech jako u Ukázky 5. Téměř celá reprodukce je posunuta do předních kanálů LCR. Čitelnost a přiblížení k interpretaci zpěvačky je tak velká, že téměř vymizela informace o jejím postavení (mírně nalevo od středu podia). Přiblížením se dosáhlo umístění zpěvačky do téměř přesného středu kanálu LCR.

REAR PATTERN (polární vzor zadní charakteristiky) - umožňuje změnu polárních vzorů u zadních okrajových (*surround*) kanálů od všesměrové charakteristiky (*omni*) až po osmičkovou charakteristiku (*figure eight*).

- **Ukázka č. 7 a č. 8:** Snímání přelétajícího letadla nad mikrofonem.

Ukázka 7: REAR PATTERN (širší kardioida) - při Rotate 0°, Till 0°, Zoom 0°, Front Width 60°, & Rear Width 110°. Použitím širšího mikrofonu pro zadní polární charakteristiky bylo dosaženo rozptýlení zvuku přelétávajícího letadla mizícího v dále. Nejsme tedy přesně schopni lokalizovat směr přeletu a odletu letadla.

Ukázka 8: REAR PATTERN (Hyper-kardioida) – (nastavení jako u ukázky 7). Použitím úzko-směrového mikrofonu slyšíme přesný směr přeletu i odletu letadla nad mikrofonem.

FRONT & REAR WIDTH (přední a zadní šířka) – Umožňuje změnit šířku snímaného úhlu pro přední a zadní systém. Užší úhel můžeme využít například u sólisty, kterého potřebujeme umístit do středu zvukového pole a širší použijeme například u většího orchestru. Změny úhlu jsou tedy podmíněny:

- velikosti snímaného tělesa (*myšleno obsazení do šířky podia*)
- vzdáleností mikrofonu od zdroje zvuku
- velikostí snímaného prostoru
- **Ukázka č. 9, 10, 11:** Projíždějící motorka kolem mikrofonu

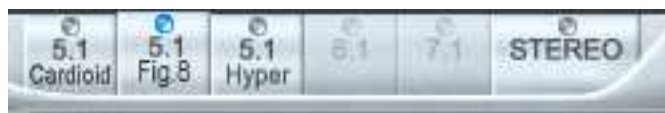
Ukázka č. 9: FRONT WIDTH 110°, REAR WIDTH 160° při Rotate 0°, Till 0°, Zoom 0° a Rear Pattern (kardioida). Přejezd i odjezd motorky je značně vyrovnaný.

Nastala však horší lokalizace směru příjezdu, průjezdu a odjezdu (*Zvuk je rozptýlený po celém prostoru*)

Ukázka č. 10: FRONT WIDTH 10°, REAR WIDTH 160° - při stejných parametrech jako u ukázky č. 9. Zúžením předního úhlu snímání jsme dosáhli toho, že motorka se ve předních reproduktorech LCR velmi rychle objeví a zmizí. V surroundových kanálech však doznívá její odjezd v prostoru.

Ukázka č 11: FRONT WIDTH 110°, REAR WIDTH 60° - při stejných parametrech jako u ukázky č. 9. Motorka pomalu přijíždí a odjíždí v centrálních kanálech. V surroundových kanálech však rychle zmizí (*působí jako přejezd za kopec*).

Rozšířenou možností, kterou tento software nabízí, je ukládání a vyvolávání vlastních nastavení všech prováděných operací. Dále také využití přednastavených presetů pro Cardioid 5.1 / Fig.8 5.1 / Hyper-Cardioid 5.1 a klasické STEREO (*obrázek č.49*)



Obrázek č. 49: Přednastavené presetu softwaru SurroundZone

3.3 Subjektivní závěry při práci se zařízením MKV a softwarem SurroundZone

3.3.1 Umístění a práce se Zařízením SoundField MKV

Mezi vůbec první testy, které jsem s tímto zařízením prováděl, patří záznam Mládežnického dechového orchestru při ZUŠ, kdy jsem mikrofón umístil přibližně do vzdálenosti dva metry za dirigenta. Protože výstupem z tohoto koncertu byla klasická stereofonní nahrávka, používal jsem MKV procesor jako hlavní stereofonní pár. Hned při generální zkoušce jsem ale pochopil, že tudy cesta nevede, protože mé výsledky dopadly naprosto katastrofálně. Vzhledem k rozdílné kvalitě hráčské interpretace a dynamické nevyrovnanosti mezi jednotlivými sekcemi docházelo k velkým rozdílům v přicházejících úrovních, které nešly kompenzovat jinou cestou, než použitím spotových mikrofónů s následnými postprodukč-

ními úpravami. Systém SoundField MKV jsem zde využil pouze jako prostorový mikrofon pro snímání celkové atmosféry koncertního sálu.

Další testy, které jsem prováděl, byly realizované ve Filharmonii Bohuslava Martinů v průběhu dubna – června 2010. Umístění mikrofonu bylo zvoleno přibližně ve vzdálenosti 1m za dirigentem. Při realizaci jsem narážel na tyto problémy:

- Železobetonové nosníky umístěné na podiu, které vytvářely akustickou překážku před muzikanty hrajícími v krajních částech podia (**Obrázek č. 39**).
- Omezený pohyb s hlavním mikrofonem, vzhledem k přítomnosti diváků v sále (Nebylo mi umožněno posunutí mikrofonu hlouběji do koncertního sálu).
- Umístění interpretů mimo hlavní osu mikrofonu (*střed podia*), které se ukázalo být zásadním problémem při použití mikrofonu jako hlavního stereo páru.

V následujících ukázkách č. 12 a č. 13 bych rád poukázal na rozdíl vnímání mezi systémy LCR a LR. Nahrávka byla pořízena zařízením SoundField MKV a v postprodukcí upravena následující parametry:

- **Ukázka č. 12: MOD 5.1** - Rotate 0°, Till (-7°) - (*naklonění na interpreta*), Zoom (-0,2°) – (*posunutí dále od podia směrem do hlediště*), RearPattern (*Kardioida*), FrontWdth 90°, RearWidth 120°(*rozšířeno do sálu*).
- **Ukázka č. 13: MOD Stereo** – Rotate 0°, Till (-7°), Zoom (-0,2°), Stereo Angle 90°, Polar Pattern (*Kardioida*) - *TEDY Metoda XY*

U stereo nahrávky vnímáme postavení sólistky čistě z levého kanálu. Vytrácí se nám informace v ose snímání, převážně u vyššího frekvenčního spektra. Naopak spodní frekvence působí „rozlitě“ v celé šířce reprodukce. Pokoušel jsem vykompenzovat tyto ztráty pomocí změny šířky snímaného úhlu, funkcí **Zoom** i **Till**, ale posunutí zpěvačky do středu reprodukce se mi nepodařilo. Podobného výsledku jsem dosáhl i s mikrofonní technikou XY Stereo (*RODE NT4*).

U vícekanálové reprodukce vnímáme celou nahrávku naprosto rozlišným způsobem. Orchester je po celé šířce reprodukce (*v Kanálech LCR*) vyrovnán. Sólistka je umístěna

mírně vlevo od středního kanálu, což oproti technice XY odpovídá přesnému postavení na podiu.

Z praktického hlediska můžeme tento jev u metody XY odstranit posunutím mikrofonu dále od podia (*sólistky*) – platí pro mikrofonní techniku XY Stereo i pro Systém SoudField, který budeme používat jako virtuální mikrofonní techniku XY. To platí i pro vícekanálovou metodu SoundField - pokud by sólista umístěný v přední části podia byl příliš hlasitý (*ukázka č. 14*). Popřípadě je nutné provést patřičné úpravy pomocí funkce **ZOOM** v postprodukčním procesu (*posunutí dále od podia*)

- **Ukázka č. 14:** *Všechny parametry v 0°, FrontWidth 60°, RearWidth (120°)*
- *Optimální vzdálenost od zdroje zvuku je výrobcem uváděna mezi 4-5m.*

3.3.2 Práce se softwarem SoundField Surround Zone

Mé první dojmy při práci s tímto softwarem byly velmi rozpačité. Od výrobce jsem byl ujišťován, že poskytnutá demo verze je plnohodnotný software omezený pouze dobou platnosti (*iLook - key*). Proto nevím, jestli má následující kritická slova k tomuto platinu budou věčná.

Instalace probíhala naprosto bezproblémovým způsobem. Po nastavení všech I/O Setupů a Bus sběrnic jsem natáhnul všechny stopy (*W,X,Y,Z*) do systému, abych se předpřipravil na následující testy. Při prvních pokusech s tímto softwarem jsem však narazil na několik problémů:

- **Preciznost ovládání** – reakce na pohyby myši je velmi různorodá – někdy při stejném pohybu přeskočíte krátký posun několikanásobně!
- **Reakce systému na nastavené souřadnice** – několikrát se mi stalo, že jsem po vynulování parametru nastavil jeho hodnotu nazpět, ale výsledek byl jiný. Tento problém jsem po radě na odborných fórech kompenzoval ukládáním do presetů.
- **Prodleva zpracování** – po nastavení parametrů zpracovává systém informace v různých časových intervalech (*než dojde k reprodukci*). Nejvíce byl tento vjem patrný u přepínání polárních charakteristik zadního vzoru.

Nejprve jsem myslel, že tyto problémy jsou zapříčiněné špatně nastavenými DSP kartami, ale po kontrole zatížení systému jsem tuto možnost vyloučil. Jistého vysvětlení se mi do-

stalo až nainstalováním softwaru **SounField UPM-1** (převod dvoukanálového zvuku do vícekanálového). Reakce na ovládání zde byla velice podobná (i přes restartování, přeinstalování). Dokonce se mi nepodařilo některé parametry vůbec rozběhnout. Nevím, do jaké míry jsou tyto jevy ovlivněné platností licence, ale u softwaru v řádu desítek tisíc, bych takové věci nečekal.

Práce se systémem

Abych nebyl pouze kritický, musím podotknout, že první dojem (u *SurroundZone* i *UMP-1*) byl naprosto ohromující, protože algoritmus na kterém software pracuje, je naprosto jedinečný.

Při práci se mi také potvrdila teorie „jednoho bodu“ („*sweet spot*“). Tedy, že pro správné reprodukování tohoto vícekanálového systému musí být posluchač umístěn ve stejném bodě jako zvukový mistr, který záznam zpracovával. Pokud by tomu bylo jinak, dochází ke zkreslení uměleckého vlivu zvukového mistra a k nerovnováze mezi předními kanály LCR a zadními LS a RS. Při naklonění k předním reproduktorům vzniká sice pocit, jako byste se v sále přiblížili k orchestru a naopak, ale vždy s velkým poklesem akustické informace z protějšího systému. Tedy pokud jsem nakloněný k LS a RS, zaniká přicházející signál z reproduktorů LCR. Stejný efekt se projeví i při nastavení parametru **ZOOM** do extrémních poloh (-1 / +1, kterým ovlivňujeme rovnováhu mezi předními a zadními reproduktory (ukázka č. 5, č. 6, č. 16 a č. 17). Proto bych využití tohoto systému viděl převážně pro domácí účely, kde můžeme nekalibrovat systém a bod poslechu (např. *gauč*) dle platných norem či optimálních podmínek.

Na závěr přikládám několik nahrávek s výpisem parametrů:

Ukázka č. 15: *Rotate 0°, Till 0°, Zoom 0°, Rear Patter - Ledvina, Front width 48°(solista), Rear Width (120°)*

Ukázka č. 16: *Rotate 0°, Till 0°, Zoom -3°(dále od podia), Rear Patter - užší kulová charakt. , Front width 90°(orchestr), Rear Width (120°)*

Ukázka č. 17: *Rotate 0°, Till 0°, Zoom +0,3°(do orchestríště), Rear Patter - užší kulová charakt. , Front width 90°(orchestr), Rear Width (120°)*

Ukázka č. 18: *Rotate 0°, Till -4°, Zoom - 0,3°(od podia), Rear Patter - užší kulová charakt. , Front width 90°, Rear Width (120°)*

ZÁVĚR

Tato práce mi byla velkým přínosem pro porozumění problematice vícekanálového záznamu a vícekanálové reprodukce. Při praktických testech se zařízením SoundField MKV Microphone System, se mi potvrdily veškeré pozitivní i negativní stránky této technologie. Ze získaných zkušeností, které jsem nabyl, vidím budoucnost tohoto zařízení především ve využití pro domácí účely, či aplikace virtuální reality, kdy můžeme zajistit přesnou polohu hráče či diváka v prostoru (hologramy, 3D). Velice kladně bych hodnotil využití tohoto systému, jako virtuální stereofonní techniky s proměnnými charakteristikami, které uživateli nabízejí prakticky neomezené možnosti nastavení.

Na závěr bych chtěl upozornit na důležitost dodržení základních pravidel elektrotechnického řetězce. Tedy, že nejhorší zařízení v řetězci má bohužel největší vliv na kvalitu reprodukce. Během testů jsem používal kombinace nejrůznějších zařízení (mixážní pulty, DatRekordéry, HDD rekordery). Nejlepšího výsledku jsem po té dosáhl přímým záznamem do zařízení HHB PortaDrive v datovém toku 24bit, při smplovací frekvenci 48kHz s následnou zvukovou postprodukcí.

Pro pochopení problematiky přikládám k této práci DVD, které obsahuje ukázky které jsem provedl ve vícekanálovém formátu „film“. – 5.1 L / C / R / LS / RS / LFE v datovém toku 24bit, při smplovací frekvenci 48kHz. Při případném otevření souboru *.wav v DAW, nese každá stopa pro orientaci samostatný název kanálu a nabízí tak uživateli možnost přesměrování, dle jeho monitorovací normy.

OBSAH DVD

Ukázka	Zdroj B-Formátu	Čas
1	SoundField (Housle a Banjo)	01:08
2	SoundField (Housle a Banjo)	00:40
3	Záznam FBM (koncert Nadějí - zpěv)	01:10
4	Záznam FBM (koncert Nadějí - zpěv)	01:10
5	Záznam FBM (koncert Nadějí - zpěv)	01:26
6	Záznam FBM (koncert Nadějí - zpěv)	01:26
7	SoundField (Letadlo)	00:43
8	SoundField (Letadlo)	00:43
9	SoundField (Motorka u lesa)	00:26
10	SoundField (Motorka u lesa)	00:26
11	SoundField (Motorka u lesa)	00:26
12	Záznam FBM (koncert Nadějí - zpěv)	04:01
13	Záznam FBM (koncert Nadějí - zpěv)	04:01
14	Záznam FBM (koncert Nadějí-klavír)	02:02
15	Záznam FBM (koncert Nadějí - zpěv)	04:32
16	Záznam FBM (Talentinum – orchestr)	11:29
17	Záznam FBM (Talentinum – orchestr)	04:06
18	Záznam FBM (koncert Nadějí-klavír)	22:11

- plaginy VST/RTAS SurroundZone A-Format (*free*) i B-Format (*demo*) pro platformu MAC_OSX i Windows.
- příklady Sessions (*szone5_1_example.pts až 7.1*) pro platformu MAC_OSX i Windows
- multimediální přehrávač VLC 1.1.9 pro platformy MAC_OSX (Intel i PPC) a Windows

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

HOLMAN, Tomlinson: Surround sound, Up and running. 2.vyd. USA: Focal Press 2008.

ISBN: 978-0-240-80829-1

GREČNÁR, Ján: *Filmová hudba od nápadu až po soundtrack.* Bratislava: Veda,2005.

ISBN: 80-89135-04-08

OWSINSKI, Boby: *The recording engineer's handbook.* USA: AtsitPro Publishing 2005.

ISBN:1-93292-900-2

GÜNTER, Theile: *Multichannel Natural Music Recording, Based on Psychoacoustic Principles,* 19th AES International Conference, May 2001 (rozšířená verze)

SCHOEPS Mikrofone: *Surround Recording Techniques.* Germany: Schoeps GmbH 11/2006

WITTEK Helmut, HAUT Christopher, KEINATH Daniel: *Double M/S – a Surround recording technique put to test.* 24th Tonmeistertagung International Congress Leipzig 2006

YANG Dai Tracy, KYRIAKAKIS Chris, C.-C. Jay KUO: *High-Fidelity Multichannel Audio Coding.* 2. Vyd. Hindawi 2006. ISBN 977-5945-24-0

WITTEK Helmut: *Seminar-Skript: Stereophonie in Theorie und Praxis.* Schoeps 2008

SCHOEPS Mikrofone: *Operating Instruction for Surround System KFM360 Sphere Microphone.* Printed in Germany 040908, © by Schalltechnik Dr.-Ing. Schoeps GmbH

SOUNDFIELD: *SP451, User Guide Version 1.02.* Sounfield Ltd.

SOUNDFIELD: *The Surround Zone (Surround Sound and Stereo Production Solutions), User Manual Version 1.0.* SoundField Ltd. 2003

LUND Thomas: *Enhanced Localization id 5.1 Production.* 109th AES International Conference, Los Angeles September 2000

GERZON M. A. : *Patent Specification 1 494 751,* The patent office London

GERZON M.A. :*Multi-system Ambispheric Decoder.* Wireless World. July & August 1977

GERZON, M.A. : *Ambisonics in Multichannel Broadcasting and Video.* Journal of the Audio Engineering Society, p. 851-871

GERZON, M. A. & BARTON, G. J. : *Ambispheric Decoders for HDTV.* Proceedings of the 92nd International AES Convention, Vienna March1992

GERZON, M.: *Psychoacoustic Decoders for Multispeaker Stereo and Surround Sound.* Proceedings of the 93rd International AES Convention, SanFrancisco1992

GLSGAL, R. : *The Ambiophone - Derivation of a Recording Methodology Optimized for Ambio-
phonic Reproduction.* Proceedings of the 19th AES International Conference Germany, June 2001

McKEAG, A., McGRATH, D. : *Sound Field Format to Binaural Decoder with Head-Tracking.*
6th Australian Regional Convention of the AES, Australia 1996

PROTOOLS v.7 HD: *Referenční příručka.* Avid Technology 2002

INTERNETOVÉ ZDROJE

<http://blog.modernmechanix.com/2006/06/04/three-dimensional-sounds-created-original-surround-sound-from-1934/>

www.widescreenmuseum.com/sound/Fantasound1.htm

www.utopia-sound.com/oct/index.html.en

www.sanken-mic.com/en/product/product.cfm/10.1001200

www.sanken-mic.com/en/qanda/index.cfm/18.57

www.holophone.com/products/h2-pro

www.holophone.com/products/surcode

www.holophone.com/inaction/dave-matthews-band-third-wave-productions-red-rocks-amphitheater-colorado-usa-pbs-hdtv-broadcast-and-live-dvd-aug-2006

www.music-store.cz/testy2.asp?ID=2439

www.dpamicrophones.com/en/products.aspx?c=item&category=122&item=24312#description

www.holophone.com/products/surcode

www.dpamicrophones.com/en/products.aspx?c=item&category=128&item=24035

www.hauptmikrofon.de

www.soundstage.com/surrounded/surrounded200203.htm

www.sounddoctor.com/surround.htm

www.soundonsound.com/sos/Oct01/articles/surroundsound3.asp

www.lasvegasproaudio.com/somkvmsisy.html

www.soundfield.com/surround/surround_mkv.php

www.soundfield.com/products/sp451.php

<http://fyzika.jreichl.com/index.php?page=211&sekce=browse>

<http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=210>

http://members.tripod.com/martin_leese/Ambisonic/index.htmlp

http://members.tripod.com/martin_leese/Ambisonic/index.html

www.vies.sk/ambisonics/

www.audiosignal.co.uk/Gerzon%20archive.html

www.audiosignal.co.uk/Resources/Surround_sound_psychoacoustics_A4.pdf

www.audiosignal.co.uk/Resources/Stabilising_stereo_images_A4.pdf

<http://en.wikipedia.org/wiki/Ambisonics>

<http://uod-true-multi-channel-mixing.wikispaces.com/Ambisonics>

www.ambisonic.net/

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Princip snímání a reprodukce LCR u technologie „Fantasia“

Obrázek č. 2: Kingsburyho graf prahových křivek vycházející z Weber-Fechnerova zákona

Obrázek č. 3: standardizací pro míchání a monitorování ve standardech 5.1 surround

Obrázek č. 4: Uspořádání reproduktorů prostorových formátů

Obrázek č. 5 : Znázornění orientace mikrofونů u vícekanálové techniky MS Stereo

Obrázek č. 6: Systém Double MS firmy Schoeps..

Obrázek č. 7: porovnání různých výstupních kombinací základní charakteristiky MS Stereo mikrofonu (horní část) s výstupní informací odpovídající výsledným kanálům L a R (virtuální řídicí vzor XY - spodní část obrázku).

Obrázek č. 8: Dekódování LR, s proměnným a pevným řídicím vzorem. L=Modrá, R=červená

Obrázek č. 9: Matematické znázornění souřadnic W, X, Y u systému Double MS

Obrázek č. 10: Zpracování double MS pomocí HHB PortaDrive

Obrázek č. 11: Schoeps M_DMS se záznamem HHB PortaDrive

Obrázek č. 12: Schoeps Double MS Tool Plugin

Obrázek č. 13: Znázornění techniky OCT

Obrázek č. 14: Vzdálenost kardioid L - R v závislosti na úhlu snímání

*Obrázek č. 15: Ukázka znázornění projevu fantomového efektu pro nahrávací úhel $\varphi = 108^\circ$ dle měření provedených **Dr.Günther Theilem**.*

Obrázek č. 16: Schéma systému OCT surround

Obrázek č. 17: Systém IRT-cross v kombinaci se systémem OCT

Obrázek č. 18: Schéma použit systému Hamasaki-square se systémem OCT

Obrázek č. 19: Schematické znázornění poloměru difusního pole v závislosti na úrovni hlasitosti a vzdálenosti od zdroje zvuku (dle Dr. G. Theila)

Obrázek č. 20: Mikrofonní vložky systému SoundField

Obrázek č. 21: Grafické znázornění Ambisionic formátu nultého až třetího řádu.

Obrázek č. 22: Znázornění virtuálního pohybu prostorem

Obrázek č. 23: KFM 360 Surround

Obrázek č. 24: Výstupy ze systému KFM 360

Obrázek č. 25: Blokové schéma celého systému Schoeps KFM 360 Surround

Obrázek č. 26: Možnosti ovládání procesoru Schoeps DSP-4

Obrázek č. 27: Systém Holophone H2 se záznamovým zařízením HHB PortaDrive

Obrázek č. 28: DPA 5100 s přidaným středovým (C) mikrofonem úzce směrové charakteristiky

Obrázek č. 29: Polární charakteristika pravého předního a pravého zadního kanálu

Obrázek č. 30: Mechanické uspořádání mikrofonních vložek u systému WMS5

Obrázek č. 31: Schematické zpracování signálu v mikrofonu WMS5

Obrázek č. 32: Schéma využití stereofonní techniky AB a XY v praxi

Obrázek č. 33: Metoda současného 2 a 5 kanálového záznamu dle Johna Eargla

Obrázek č. 34: SoundField MKV Microphone systém

Obrázek č. 35: A – Polohový přepínač GAIN, B - Potenciometr jemného doladění Fine Gain

Obrázek č. 36: LED Display MKV procesoru

Obrázek č. 37: Umístění SoundField MKV ve Filharmonii Bohuslava Martinů Zlín

Obrázek č. 38: A – (End), B – (Invert)

Obrázek č. 39: A – fce. Solo pro jednotlivé mikrofonní kapsle, B – generátor kontrolního tónu

Obrázek č. 40: Postprodukční procesor SoundField SP-451

Obrázek č. 41: Panel základního nastavení procesoru SoundField SP451

Obrázek č. 42: Možnosti virtuálních změn polární charakteristika systému SoundField SP451

Obrázek č. 43: OUTPUT v I/O Setup pro nastavení plaginy SoundField SurroundZone

Obrázek č. 44: Routing BUS v I/O setup pro nastavení plaginy SoundField SurroundZone

Obrázek č. 45: Ukázka projektu vytvořeného z šablony `szone5_1exemple.pts`

Obrázek č. 46: Plugin surroundového panorámování (ProTools)

Obrázek č. 47: Vstupní sekce softwaru SurroundZone. (INPUT LEVEL, INVERT, END FIRE).

Obrázek č. 48: Ovládací sekce softwaru SurroundZone

Obrázek č. 49: Přednastavené presety softwaru SurroundZone

TABULKA

Tabulka č. 1: Formáty vícekanálového míchání a surround s rozložením stop v DAW ProTools HD

Tabulka č. 2: Úroveň přímého zvuku (ΔL) z několika zdrojových směrů Ω

Tabulka č. 3: V prvním sloupci - vidíme matematické vztahy převodu mezi ambispheric A-

Formátem a B-Formátem. V druhém - vidíme vztah směrových kosinů a výsledných souřadnic B-formátu.